

## DER PHYSIK UND CHEMIE.

BAND XXXXVII.

I. Ueber die Anziehung der Elektromagnete;  
von M. Jacobi und E. Lenz.(Mitgetheilt von den HH. Verfassern aus dem *Bullet. scient. der*  
Petersburger Academie.)

In dem ersten Theile unserer Abhandlung »Ueber die Gesetze der Elektromagnete« <sup>1)</sup>, haben wir, zur Berechnung unserer Beobachtungen über den Einfluß der Stärke des Stromes auf die Intensität des im Eisen erregten Magnetismus (Art. 7) uns der Formel:

$$x \sin \frac{1}{2} \alpha - y \sin \frac{1}{2} \alpha^2 = K \quad (\text{Art. 10})$$

bedient, wo  $\sin \frac{1}{2} \alpha$  proportional dem Magnetismus,  $K$  die an der Wage gemessene Stärke der Ströme, und  $x$ ,  $y$  zwei aus den Beobachtungen sich ergebende Constanten sind. Aus anderen Versuchen hatte es sich ergeben, daß die Annahme einer Proportionalität zwischen der Stärke des Stromes und der Intensität des Magnetismus, durch die nothwendig gewordene Hinzufügung des, sich wie die Quadrate der Ströme verhaltenden Gliedes  $y \sin \frac{1}{2} \alpha^2$ , nicht erschüttert werden darf, daß vielmehr diese Correction nur der Eigenthümlichkeit der elektromagnetischen Wage zuzuschreiben sey. Ueber die physikalische Natur dieser Correction hatten wir uns mit einiger Zurückhaltung ausgesprochen, und nur im Allgemeinen angedeutet, daß dieselbe sich erklären lasse durch einen temporären Einfluß, welchen die Magnetstäbe von den elektromagnetischen Spiralen erführen, ähnlich dem Einflusse, dem bekanntlich das weiche Eisen unterworfen ist. Die Magnetstäbe befinden sich in einer hierzu sehr günstigen Lage, nämlich in der verlängerten Axe dieser

1) S. den ersten Aufsatz des vorigen Hefts.

Spiralen. — Es ist für den vorliegenden Zweck völlig gleichgültig, ob man annimmt, daß eine solche temporäre Modification in der magnetischen Vertheilung der Magnetstäbe eine neben der sogenannten Coërcitivkraft bestehende Eigenschaft des Stahls sey, oder etwa einer ungleichen Härtung, eingestreuten Partikeln weichen Eisens u. s. w. zuzuschreiben sey. Aber in Bezug auf das Quantitative dieser neuen Erscheinung muß man annehmen, daß sie dem a. a. O. erörterten Gesetze der Proportionalität unterliegt, und das eben so wie für das weiche Eisen anzunehmen sey, daß

die temporäre Modification in der magnetischen Vertheilung, welche Stahlstäbe <sup>1)</sup> durch elektromagnetische Spiralen unter gleichen Umständen erfahren, sich wie die Stärke der Ströme verhalte.

Dieser Satz\* ist für das magnetische Galvanometer und für die Magnetometrie von Wichtigkeit, und man wird nicht umhin können, bei manchen Untersuchungen auf diesen Umstand Rücksicht zu nehmen. Für jetzt aber führt uns derselbe zu anderen, die Anziehung der Elektromagnete unmittelbar betreffenden Folgerungen.

In der That, nennen wir  $S$  die Stärke des Stromes in der Spirale der Wage,  $M$  den Magnetismus des Stahlstabes, so wird die abstofsende Kraft dem Producte  $MS$  proportional seyn. Die temporäre Modification, welche der Stahlstab von der Spirale erleidet, ist hier, wo Abstofung stattfindet und die gleichnamigen Pole sich gegenüberstehen, dem permanenten Magnetismus entgegengesetzt, und kann durch  $-nS$  ausgedrückt werden; wo  $n$  von der gegenseitigen Entfernung und anderen Umständen abhängt. Der Magnetismus des Stahlstabes wird also  $M - nS$  seyn, und die Abstofung jetzt ausgedrückt werden müssen durch  $S(M - nS) = SM - nS^2$ , welches genau die Formel ist, welche wir der oben erwähn-

1) Die an der Wage befindlichen Stahlstäbe sind glashart, und scheinen von ihrem Magnetismus bis jetzt nichts verloren zu haben.

ten Berechnung zum Grunde gelegt haben. Denn man hat nur für  $S$  den ihm proportionalen Werth  $\sin \frac{1}{2} \alpha$ , und für  $M$  und  $n$  die Coëfficienten  $x$  und  $y$  zu substituiren;  $K$  aber war die wirkliche an der Wage gemessene abstossende Kraft.

Die unmittelbarste, aber practisch höchst wichtige Folgerung, die hieraus hervorginge, wäre, daß die Anziehung der Elektromagnete sich verhielte wie das Product aus den magnetisirenden Strömen, also im Falle dieselben für beide Individuen gleich wären, wie die Quadrate derselben. Das Raisonnement, das zu dieser Folgerung führt, ist so einfach, und so sehr in Uebereinstimmung mit dem, was bei verwandten Untersuchungen angenommen und bestätigt worden ist, daß es schiene als wäre ein besonderer Nachweis durch Versuche kaum nothwendig. Der Umstand indessen, daß diese wichtige Beziehung bisher nirgends ausgesprochen war, sondern daß im Gegentheil einige durch Fechner, dal Negro und einen von uns angestellten Versuche für die einfache Proportionalität der Tragkraft und der Ströme zu sprechen scheinen, mußte schon an sich eine starke Anforderung zu neuen Untersuchungen in dieser Beziehung seyn, wenn wir es uns auch nicht zum Princip gemacht hätten, nur durch wirkliche messende Beobachtungen, so weit sie möglich sind, in unseren Untersuchungen fortzuschreiten, und außser denselben Consequenzen nur mit Vorsicht zuzulassen.

Wir erlauben uns daher in dem gegenwärtigen Aufsatze der Academie einige Versuche vorzulegen, welche das Gesetz bestätigen, daß

die Anziehung zwischen zweien Elektromagneten oder einem Elektromagneten und dem weichen Eisen sich verhält wie die Quadrate der Stärke der magnetisirenden Ströme.

Um nicht erst die Zeit mit der Anfertigung neuer Apparate zu verlieren, wurden diese Versuche mit den

eben vorhandenen Mitteln angestellt, die zwar nicht den letzten Grad von Genauigkeit gewährten, aber doch zur Feststellung des Gesetzes im Allgemeinen genügend erschienen. Deshalb wurden die angewendeten Elektromagnete, die aus geraden Stangen bestanden, lothrecht unter dem Ende eines gewöhnlichen Wagebalkens befestigt, an welchem nach Umständen ein Elektromagnet oder eine Stange weichen Eisens hing, die durch Gewichte am anderen Ende genau aequilibrirt war. Die Enden der den oberen Eisencylinder umgebenden Spirale tauchten bei den Versuchen über die Anziehung zweier Elektromagnete (Tabelle II und III) in Quecksilbergefäße, und der Strom erhielt eine solche Richtung, daß er, beide Spiralen hinter einander durchlaufend, den gegenüberstehenden Polen ungleichnamige Magnetismen ertheilte. Die Anziehungskraft wurde durch Zulegen von Gewichten, bis der Anker abrifs, gemessen, und von dem zuletzt zugelegten Gewichte nur die Hälfte in Rechnung gebracht. Während dieser Operation wurde die Stärke des Stromes an einer, nach Nervander's Angabe construirten Tangentenbussole beobachtet, und wenn der Strom nicht völlig constant war, die unmittelbar vor dem Momente des Abreißens stattfindende Ablenkung notirt. Die Beschreibung dieser Tangentenbussole, die von der früheren Nervander'schen völlig verschieden ist, übergehen wir, weil wir hoffen dürfen, daß dieser ausgezeichnete Gelehrte eine ausführliche Arbeit über dieselbe, die er, wie wir wissen, gemacht hat, nicht länger der Bekanntmachung entziehen werde. Wir wollen nur bemerken, daß das Gesetz derselben, die Stärke der Ströme, wo nach den Tangenten der Ablenkungswinkel proportional ist, zahlreiche und strenge Prüfungen durch Einen von uns glücklich bestanden hat. Ohne die Correctionen zu berücksichtigen, welche von der Excentricität und von anderen Correctionsfehlern herrühren, ergaben die Prüfun-



gen des Instruments bis zu Ablenkungen von  $50^\circ$  bis  $60^\circ$  nur einen wahrscheinlichen Fehler von 4 bis 5 Minuten, eine Genauigkeit, die für unsern gegenwärtigen Zweck völlig hinreichend ist.

Bei den folgenden Versuchen ist die Gewichtseinheit 1 Solotnick oder  $\frac{1}{46}$  russ. Pfund, die kleineren Gewichte bestanden aus Schrotkörnern, wovon 592 auf 1 russ. Pfund gingen, die also im Durchschnitt 0,102 Solotn. wogen. Die Stärke der Ströme wurde durch Veränderung der Batterie hervorgebracht, indem mehr oder weniger Plattenpaare genommen wurden.

#### Erste Beobachtungsreihe.

Der feste Elektromagnet war ein Eisencylinder von 8" Länge und  $1\frac{1}{2}$ " Durchmesser. Am Wagebalken war ein Eisencylinder, 2" lang und  $1\frac{1}{2}$ " dick, aufgehängt. Bei diesen, wie bei den andern Versuchen, fand keine unmittelbare Berührung der Eisenflächen statt, indem sie durch eine am Ende des unteren Elektromagneten befestigte Holzscheibe getrennt wurden. Die Entfernung der Flächen betrug auf diese Weise etwa  $\frac{1}{16}$  Zoll, und man vermied dadurch zum Theil, wenn auch nicht ganz, die Fehler, die von der ungleichen gegenseitigen Lage herrühren können. Zu bemerken ist übrigens, um einigermaßen einen Maassstab zu haben, daß bei unmittelbarer Berührung und einem Strom, der am Galvanometer durch  $\tan 18^\circ 50'$  gemessen war, die Anziehungskraft etwa  $2\frac{3}{4}$  Pfund betrug. Die Gewichte  $G$  sind nach der Formel berechnet  $G = 95,06 \tan^2 \alpha$ , wo der Coefficient, nach der Methode der kleinsten Quadrate, aus den Beobachtungen gefunden ist.

Tabelle I.

$\alpha$ .	$G$ .	$G=95,06 \text{ } t_g^3 \cdot \alpha$ .	$\Delta$ .
50° 48'	159,20	160,2	-1,00
50 35	154,40	153,1	+1,30
42 26	89,10	90,34	-1,21
36 27	57,45	57,51	-0,06
33 8	44,13	33,44	+0,49
28 48	32,45	43,05	-0,60
19 6	13,32	14,03	-0,71
19 4	13,16	13,75	-0,59

Wahrscheinlicher Fehler = 0,61.

## Zweite Beobachtungsreihe.

Beide Eisenstangen waren 2" lang,  $1\frac{1}{2}$ " dick, und jede war mit 108 Windungen dünnen Drahtes in drei Lagen über einander umgeben; der Strom durchlief beide Spiralen hinter einander.

Tabelle II.

$\alpha$ .	$G$ .	$G=64,43 \text{ } t_g^2 \cdot \alpha$ .	$\Delta$ .
14° 42'	4,18 *	4,43	-0,25
17 58	6,49	6,77	-0,28
17 56	7,62	6,75	+0,87
17 50	7,46	6,67	+0,79
24 38	13,0	13,55	-0,55
24 38	12,97	13,55	-0,58
24 34	12,81	13,46	-0,65
25 18	13,81	14,39	-0,58
30 10	21,32	21,76	-0,44
30 2	21,60	21,53	+0,07
30 0	20,97	21,47	-0,50
34 58	32,13	31,51	+0,62
34 42	30,32	30,89	-0,57
34 34	30,00	30,58	-0,58
39 52	44,81	44,93	-0,12
39 38	43,65	44,19	-0,54
34 32	43,49	43,88	-0,39
43 22	57,13	57,48	-0,35
43 42	60,10	58,83	+1,27
44 22	62,30	61,64	+0,66

Wahrscheinlicher Fehler = 0,41.

Bei der vorstehenden Tabelle ist zu bemerken, daß die Versuche nicht ganz in der Ordnung angestellt wurden, wie sie aufgeführt sind, ferner, daß bei den starken Strömen der ganze Draht, und daher auch die Eisenstangen, so beträchtlich erhitzt wurden, daß man auf längere Zeit sie nicht mit der Hand berühren konnte, indem die Temperatur sich auf  $60^{\circ}$  bis  $70^{\circ}$  R. belaufen mochte. Da nun aus der Berechnung hervorzugehen scheint, daß die Anziehungskraft noch um ein Geringes stärker ist, als das Verhältniß der Quadrate zuläßt, und dieser Umstand sich vielleicht durch die Temperaturerhöhung des weichen Eisens erklären ließe, welche es befähigt bis auf eine gewisse Gränze hinaus, einen stärkeren temporären Magnetismus anzunehmen, so wurde der erste Versuch, der durch ein Sternchen bezeichnet ist, mit einem schwächeren Strom erst am Ende der Reihe angestellt nachdem das Eisen durch die stärkeren Ströme bereits erhitzt war. Man sieht indessen, daß diese Beobachtung keine auffallende Verschiedenheit darbietet, so daß der Einfluß der Wärme wahrscheinlich noch innerhalb der Beobachtungsgränze liegt. Um Mißverständnisse zu vermeiden, wollen wir hier bemerken, daß, *da die wirkliche Stärke des Stromes gemessen wurde*, der durch Erwärmung des Drahtes vergrößerte Leitungswiderstand derselben von keinem weiteren Einfluß ist.

#### Dritte und vierte Beobachtungsreihe.

Die beiden mit einer gleichen Anzahl Windungen umgebenen Eisenstangen waren  $5\frac{1}{2}$ " lang,  $\frac{1}{4}$ " dick. Die Tab. III enthält die Versuche, wo beide Stangen magnetisch waren, die Tab. IV aber diejenigen, wo nur die Spirale der untersten Stange mit der Kette verbunden war, wobei also die am Wagebalken befestigte, als Anker diente. Es war zwar auch eine Einrichtung getroffen worden, um die abstoßende Kraft zu messen, indessen erwies sich dieselbe als ungenügend, so daß diese Versuche für jetzt aufgegeben werden mußten.

Tabelle III.

$\alpha$ .	$G$ .	$G = 84,03 t_g^2 \cdot \alpha$ .	$A$ .
14° 10'	4,81	5,35	-0,54
14 16	4,97	5,43	-0,46
14 22	4,97	5,55	-0,58
26 2	19,16	20,05	-0,89
26 2	19,30	20,05	-0,75
26 12	19,65	20,35	-0,70
32 12	32,75	33,32	-0,57
33 4	35,08	35,62	-0,54
33 38	36,62	37,19	-0,57
35 2	40,97	41,30	-0,33
35 8	40,97	41,61	-0,64
43 52	78,30	77,63	+0,67
43 54	79,94	77,82	+1,12
43 58	77,65	78,18	-0,53
50 6	119,75	120,20	-0,45
50 12	122,05	121,05	+1,00
50 16	121,56	121,62	-0,06

Wahrscheinlicher Fehler = 0,46.

Tabelle IV.

$\alpha$ .	$G$ .	$G = 20,26 t_g^2 \cdot \alpha$ .	$A$ .
15° 52'	1,46	1,64	-0,18
15 54	1,46	1,64	-0,18
16 2	1,46	1,67	-0,21
28 47	5,65	6,11	-0,46
28 52	5,65	6,16	-0,51
29 2	5,81	6,24	-0,43
37 36	11,32	12,01	-0,69
37 42	11,49	12,10	-0,61
37 50	11,49	12,22	-0,73
46 32	21,32	22,55	-1,52
46 37	21,16	22,68	-1,23
46 42	21,65	22,81	-1,16
52 28	32,97	34,32	-1,35
52 32	33,32	34,49	-1,17
52 44	33,81	34,99	-1,18
55 10	42,30	41,83	+0,47
55 17	42,62	42,20	+0,42
55 30	42,97	42,89	+0,08

$\alpha.$	$G.$	$ G=20,26 \text{ } t_g^2 \cdot \alpha. $	$\Delta.$
58° 32'	53,27	54,08	-0,81
58 46	55,30	55,08	+0,22
59 10	57,32	56,85	+0,47
60 4	62,62	61,10	+1,52
60 30	63,49	63,28	+0,21
60 58	67,46	65,75	+1,71

Wahrscheinlicher Fehler = 0,6.

Bei allen diesen Versuchsreihen hält sich der wahrscheinliche Fehler innerhalb solcher Gränzen, welche die annehmbare Gröfse der Beobachtungsfehler nicht überschreiten, indem hierbei mannigfaltige zufällige Fehlerquellen stattfinden, die sich der Berechnung gänzlich entziehen. Besser noch aber spricht dafür der Umstand, dafs man ein *regelmässiges* Wachstum der Fehler nach einer oder der andern Seite durchaus nicht wahrnehmen kann, wenn auch in den letzten Beobachtungen mit den stärkeren Strömen ein Hinneigen zu positiveren Differenzen zwischen den beobachteten und berechneten Werthen nicht ganz zu verkennen ist, ein Hinneigen, welches auf ein etwas stärkeres Steigen der Anziehung, als nach den Quadraten der Ströme hinweist.

Es ist also durch unsere Versuche entschieden, dafs *die Anziehung zweier geradlinigen Elektromagnete oder eines Elektromagneten und Ankers sich wie die Quadrate der magnetisirenden Ströme verhalten*, wobei wir wenigstens vorläufig noch die Beschränkung wollen gelten lassen, dafs beide sich nicht unmittelbar berühren, sondern um etwa eine Linie von einander abstehen müssen. Dieses war aber der Fall bei unseren früheren Versuchen mit der elektrischen Wage, welche eine den Quadraten der Ströme proportionale Correction nothwendig machten, *die hierdurch gerechtfertigt ist*. Auch für die elektromagnetischen Maschinen gelten dieselben Umstände, da auch hier die Elektromagneten in einiger Entfernung vor einander vorbeigehen. Man übersieht,

von wie hoher Bedeutung hier das nachgewiesene Gesetz wird.

Es ist interessant, die Anziehungskraft zweier Elektromagnete von gleicher Stärke mit der zu vergleichen, welche stattfindet, wenn nur das eine Individuum elektromagnetisch ist, das andere also wie weiches Eisen agirt, und nur durch Vertheilung Magnetismus annimmt. Hierzu können uns die Versuche Tab. III und IV dienen, wo in IV das eine Eisen nicht magnetisirt ward, in III aber beide Eisen gleich stark magnetisch sind. Wir erhielten nämlich

aus der Reihe III die Anziehung  $G = 84,05 \cdot \tan \alpha$

- - - IV - - -  $G = 20,26 \cdot \tan \alpha$

Folglich ist für gleiche Ablenkungswinkel  $\alpha$ , d. h. für gleiche magnetisirende Ströme, die Anziehung zweier Elektromagnete etwa vier Mal stärker als die zwischen Elektromagnet und Eisen. Wir enthalten uns für jetzt Folgerungen aus diesem Umstande zu entwickeln.

Es war natürlich, daß wir das so eben ausgesprochene Gesetz der Anziehung, proportionirt den Quadraten des Stroms, auch für die Anziehungskraft von Eisenstangen prüften, wenn dieselbe hufeisenförmig gebogen, also mit beiden Polen beschäftigt sind, um so mehr, da in dieser Art die oben erwähnten Versuche von Fechner etc. angestellt waren, welche ein von dem Vorhergehenden ganz verschiedenes Resultat geben. Zuvörderst müssen wir aber bemerken, daß in Betracht der Umstände, unter welchen jene Versuche angestellt wurden, sie keine Ansprüche auf ein zu großes Gewicht machen können, denn namentlich war bei allen dreien der Strom, welcher die Spiralen durchlief, nicht wirklich gemessen, sondern theils aus andern Elementen berechnet, theils nur in einer Nebenschließung beobachtet worden, deren Leitungswiderstand, wegen Erwärmung der Drähte, nicht

constant blieb. Indessen ist aber der Umstand, ob die Tragkräfte im einfachen oder im quadratischen Verhältniss der Ströme stehen, zu bedeutend, als dass er sich nicht auch aus diesen Versuchen hätte ergeben sollen. Es war daher nothwendig diesen Gegenstand noch einmal der Prüfung zu unterwerfen, und das ging um so leichter, da Einer von uns schon früher einen sorgfältig construirten einarmigen Hebel zum Abreißen eines Ankers hatte anfertigen lassen. Die Beschreibung dieses Instruments wird einer andern Gelegenheit vorbehalten, und es soll nur erwähnt werden, dass besondere Sorgfalt darauf verwandt worden war, um ein möglichst gleichförmiges Anliegen des Ankers am Hufeisen zu bewirken. Beide, der Anker und das Hufeisen, hatten eine ähnliche Form, und beide waren mit einer gleichen Anzahl, nämlich mit 228 Windungen eines etwa  $\frac{3}{4}$  dicken Drahts umwunden. Bei der Verbindung dieses Drahts mit der Batterie befand sich immer die oben erwähnte Tangentenbussole in dem Kreise der Kette.

Alle Vorsichtsmafsregeln dienten indessen nur dazu, für die bei gleichen Strömen angestellten Versuche unter sich ziemlich übereinstimmende Resultate zu erhalten; zu dem *erwarteten* Resultate führten sie nicht, und es stellte sich nur heraus, dass bei starker Magnetisirung die Tragkraft — wir sagen nicht das *Gesetz der Anziehung* — zweier Elektromagnete oder eines Hufeisens und seines Ankers, ein viel zu complicirtes Phänomen ist, als dass ein so einfaches Gesetz, wie das quadratische oder das einfache, demselben genügen sollte. Schon der Umstand ist hier von grofser Bedeutung, dass beide Arme des beweglichen Hufeisens oder Ankers nie zu gleicher Zeit abgerissen werden, was um so auffallender stattfindet, je stärker der Strom, und also die Anziehung ist. Wir geben in dem Folgenden die Beobachtungen, wie sie sich uns ergaben, vorläufig als blofses Material zu künftiger Benutzung.

Tabelle V.

Beide Hufeisen waren magnetisirt und ihre Endflächen berührten sich unmittelbar.

No. des Versuchs.	Ablenkung des Multiplicators. $\alpha$ .	Tragkraft $G$ in Pfund	Mittlerer Werth von 10000. $\tan \alpha$ .	Mittlerer Werth v. $G$ .	Bemerkung.
1	39° 30'	312	8243	303	
	39 40	302			
	39 20	294			
2	17 38	215	3178	215	
	17 38	216			
	17 38	214			
3	18° 36'	299	3297	288	
	18 22	280			
	18 6	287			
	17 56	285			
4	9 14'	209	1569	209	
	8 56	211			
	8 50	212			
	8 42	206			

Diese Versuche sind nicht mit den  
oberen vergleichbar, da die Multipli-  
catorspirale der Tangentenbussole,  
von der Nadel mehr entfernt wor-  
den war.

Bei den Versuchen 1 und 2 war das Verhältniß der Ströme = 2,6, das der Tragkräfte = 1,4.

Bei den Versuchen 3 und 4 war das Verhältniß der Ströme = 2,1, das der Tragkräfte = 1,3.

In beiden Fällen ist also das Verhältniß der Tragkräfte bedeutend *geringer* als das einfache Verhältniß der Ströme es fordert, statt daß wir es, unter anderen Bedingungen, wie das der Quadrate der Ströme gefunden hatten.



Tabelle VI.

Das feste Hufeisen wurde magnetisirt, das bewegliche diente als bloßer Anker, die Endseiten berührten sich unmittelbar.

No. des Versuchs.	$\alpha$ .	$G$ .	Mittlerer Werth von 10000. $\tan \alpha$ .	Mittlerer Werth von $G$ .	Bemerkungen.	
1	45° 54'	253	10206	257		
	45 32	258				
	45 12	260				
2	23 0	174	4213	216		
	22 50	170				
	22 42	175				
3	20° 16'	214	3613	216	Auch diese Beobachtungen sind nicht mit den oberen vergleichbar.	
	20 00	219				
	19 42	222				
	19 30	211				
4	9 34	147	1683	143		
	9 32	144				
	9 4	142				
	8 54	141				

Aus 1 und 2 erhalten wir das Verhältniß der Ströme  $=2,4$ , das der Tragkräfte  $=1,5$ .

Aus 3 und 4 erhalten wir das Verhältniß der Ströme  $=2,2$ , das der Tragkräfte  $=1,5$ .

Auch hier ist das Verhältniß der Tragkräfte bedeutend geringer wie das der Ströme, und nahezu in demselben Verhältnisse wie dort.

Die im Vergleich zu den Strömen auffallend geringen Tragkräfte veranlafsten uns, eine nochmalige Prüfung mittelst eines ganz anderen Apparats vorzunehmen,

um zu sehen, ob nicht irgend ein, von uns übersehener, Umstand in der Construction des Abreißhebels die Ursache der so sehr von unserem früheren abweichenden Resultate sey. Es ward zu dem Zwecke ein elektromagnetisches Hufeisen mit seinen beiden Schenkeln senkrecht nach oben befestigt, und, nach Magnetisirung desselben durch den galvanischen Strom, der Anker zugleich mit einem dazwischen gebrachten, nach Muncke's Angabe construirten Regnier'schen Dynamometer abgerissen. Der Strom ward durch die Tangentenbussole gemessen. Die folgende Tabelle VII giebt die Versuche mit einem *flachen* geraden Anker, wo  $\alpha$  die Ablenkung des Multiplicators und  $G$  die Tragkraft in Pfunden ausdrückt:

Tabelle VII.

$\alpha$ ,	$G$ in Pfunden.
26° 36'	115
29 16	116
29 36	132,5
30 34	71,5
30 40	92
30 40	80

Wie man sieht, sind hier die Tragkräfte bei fast gleichen Strömen so ungemein verschieden, dafs hieraus der grofse Einflufs, den die Art des Anlegens des Ankers, welches bei diesen Versuchen nach dem Augenmaafse und nicht, wie beim Abreißhebel, immer auf dieselbe Weise geschieht, recht augenscheinlich wird. Da wir hiernach mit diesem Anker nicht auf einigermassen brauchbare Resultate rechnen konnten, so vertauschten wir denselben mit einem abgerundeten Anker, der also die Pole des Elektromagneten nur in einer geraden Linie berührte. Hier zeigen allerdings die unter gleichen Umständen erhaltenen Resultate viel mehr Uebereinstimmung unter einander, als die früheren, wie aus der folgenden Tabelle VIII sich ergibt.

Tabelle VIII.

No. des Versuchs.	Ablenkungen.	G in Pfunden.	Mittlerer Werth von 10000. $\tan \alpha$ .	Mittlerer Werth von G.
1	39° 16'	167	8336	167,3
	39 52	165		
	40 36	170		
2	31 6	132	6020	131,2
	30 56	127		
	31 6	135		
3	25 16	86	4738	89,0
	25 24	92		
	25 24	89		
4	17 36	60	3169	57,3
	17 36	55		
	17 32	57		
5	9 16	25	1632	24,8
	9 16	24,5		
	9 16	25		

Hieraus ergibt sich für Versuch:

1 und 2,	Verh. der Ströme	= 1,39;	der Tragkräfte	= 1,27
2 - 3	- - -	= 1,27;	- -	= 1,46
3 - 4	- - -	= 1,49;	- -	= 1,55
4 - 5	- - -	= 1,94;	- -	= 2,31
1 - 5	- - -	= 5,13;	- -	= 6,75

Im Allgemeinen wachsen zwar die Tragkräfte in einem stärkeren Verhältnisse als die Ströme, indessen keinesweges im quadratischen. Es wird um so vortheilhafter, je geringer die Kraft ist, die zum Abreißen erfordert wird, so daß es hierbei weniger auf die relativen Tragkräfte, als auf die absoluten anzukommen scheint, weshalb auch diese Versuche der Tab. VIII ein besseres Resultat geben, als die der Tab. VI.

Da durch die Versuche mit dem Dynamometer klar

wurde, daß nicht die Construction des Abreißhebels die Anomalien in den Resultaten verschuldete, sondern daß sie in der Natur des Abreißens begründet seyn müssen, so wurden die folgenden Versuche wiederum mit dem Abreißhebel angestellt, und zwar so, daß sich die beiden elektro-magnetischen Hufeisen nicht mehr unmittelbar berührten, sondern durch zwischengebrachte Platten auf  $\frac{1}{10}$  Zoll Entfernung gehalten wurden. Die drei letzten Columnen in den folgenden Versuchsreihen enthalten die Verhältnisse der Ströme, die der Tragkräfte und die der Quadrate der Ströme, wie sie sich aus je zwei aufeinanderfolgenden Versuchen ergeben:

Tabelle IX.

Nur das feste Hufeisen magnetisirt, das bewegliche dient als Anker.

No. des Versuchs.	a.	G.	Im Mittel /g a. 10000	G.	Verhältnis d. Ströme.	Verhältnis der Tragkräfte.	Verhältnis d. Quadr. d. Ströme.
1	8° 36'	6,0	1507	6,0	1,80	3,15	3,25
	8 34	6,2					
	8 34	5,8					
	8 34	6,2					
2	15 16	19,4	2717	18,9	1,31	1,70	1,71
	15 14	18,9					
	15 12	18,5					
	15 7	18,9					
3	19 46	33,0	3554	32,2	1,02	1,03	1,04
	19 40	32,4					
	19 30	31,6					
	19 32	32,0					
4	20 8	33,6	3711	33,0	1,17	1,28	1,38
	20 0	33,0					
	19 54	33,0					
	19 44	32,4					
5	23 8	43,0	4258	42,3			
	23 4	43,0					
	23 2	42,4					
	23 0	41,0					

Hier

Hier kommt das Verhältniß der schwächeren Tragkräfte dem der Quadrate der Ströme ziemlich nahe, und selbst für die stärksten Gewichte der Versuche 3, 4, 5 übersteigt es das einfache Verhältniß noch bedeutend; weniger ist dieses bei der folgenden Versuchsreihe der Fall, wo bei einer Belastung von 92 Pfund und 79 Pfund die Ströme sogar im Verhältniß stärker sind als diese Gewichte.

Tabelle X.

No. des Versuchs.	$\alpha$ .	G.	Im Mittel 10000 g a.	Im Mittel G.	Verhältniß der Ströme.	Verhältniß der Tragkraft.	Verhältniß d. Quadr. d. Ströme.
1	6° 26'	13,3	1131	13,2	1,86	3,18	3,44
	6 28	13,2					
	6 28	13,2					
	6 28	13,2					
2	12 0	44,0	2098	42,0	1,35	1,56	1,82
	11 52	42,0					
	11 48	41,0					
	11 44	41,0					
3	16 0	69,0	2833	65,4	1,08	1,11	1,16
	15 50	66,2					
	15 46	66,4					
	15 42	60,0					
4	16 46	74,0	3051	72,6	1,05	1,09	1,10
	17 7	72,4					
	17 3	72,5					
	16 55	71,6					
5	17 49	80,4	3204	78,8	1,18	1,17	1,39
	17 55	77,4					
	17 46	80,9					
	17 32	76,5					
6	20 40	91,9	3779	92,1			
	20 48	91,7					
	20 44	91,2					
	20 36	91,6					

Obgleich aus den letzten Versuchen mit den hufeisenförmig gebogenen Stangen kein entschiedenes Resultat hervorgeht, so dienen sie doch wenigstens zur Rechtfertigung, nicht der von den oben erwähnten Physikern aus ihren Versuchen gezogenen Schlüsse, sondern zur Rechtfertigung dieser Versuche selbst. Dafs die Anziehungskräfte sich verhalten wie die Producte aus den magnetischen Intensitäten, ist ein ganz allgemeines Gesetz, das bei allen magnetischen Intensitätsuntersuchungen zum Grunde gelegt wird. Durch unsere Versuche der Tab. I bis Tab. IV ist diesem Gesetze für den speciellen Fall, wo der Magnetismus durch elektrische Ströme hervorgerufen wird, vollkommene Bestätigung geworden. Dafs bei der Anziehung hufeisenförmiger Magnete Modificationen eintreten, thut dem Gesetze an sich weiter keinen Eintrag, und es scheint vorläufig nicht so gar dringend, nähere Untersuchungen darüber anzustellen, wodurch diese Anomalien veranlafst seyn könnten. Bis zur vollen Aufklärung dieses Gegenstandes mufs man sich nur hüten solche hufeisenförmige Eisenstangen als Maafs zu gebrauchen, um aus ihrer Tragkraft auf die magnetische Intensität, oder umgekehrt, aus der magnetischen Intensität auf die Tragkraft zu schliessen.

---

II. *Von einer Veränderung des elektromotorischen Zustandes der Oberfläche des Zinks in Berührung mit alkalischen Flüssigkeiten unter Mitwirkung des elektrischen Stromes;*  
*von P. S. Munck af Rosenschöld.*

---

**D**afs die Abnahme der Wirkung einer galvanischen Kette, die nach dem Schliessen derselben durch einen guten Leiter gewöhnlich schnell erfolgt, zum Theil in

einer Veränderung des elektromotorischen Zustandes der Oberfläche der Metalle ihren Grund hat, ist schon seit langer Zeit anerkannt worden. Diese Veränderung findet der Regel nach nur an denjenigen Metallflächen statt, in welche der elektrische Strom von der Flüssigkeit übergeht, d. h. bei einer einfachen galvanischen Kette an dem sogenannten negativen Metalle. Es kommt jedoch viel auf die Natur der Flüssigkeit an, und Fälle sind später entdeckt, wo ein entgegengesetztes Verhalten stattfindet, die um so mehr eine nähere Berücksichtigung verdienen, weil sie nur wenig studirt worden sind. Flüssigkeiten dieser Art sind *concentrirte Schwefelsäure*, *Schwefelberlösung* und eine Auflösung von *kohlensaurem Kali* oder *Natron*. Auch das kaustische Kali, wenn nur die Lösung sehr verdünnt ist, gehört hierzu. Wird eine galvanische Kette in den genannten Flüssigkeiten geschlossen, so trifft die Veränderung allein, oder wenigstens hauptsächlich, das positive Metall. Bei der Untersuchung, die hierüber angestellt worden ist, habe ich mich vorzüglich einer einfachen Zinkkupfer-Kette und als Flüssigkeit einer Auflösung von kohlensaurem Kali bedient. Ich bemerke hier, daß ich unter kohlensaurem Kali das früher sogenannte basische Salz verstehe (*carbonas kalicum*); denn die mit Säure gesättigte Verbindung (*bicarbonas kalicum*) verhält sich wie andere neutrale Salze.

Wird eine Zinkkupfer-Kette in einer Auflösung von kohlensaurem Kali gleich nach dem Eintauchen geschlossen, findet anfangs eine starke Wirkung statt, die jedoch, wenn die Lösung nicht zu sehr concentrirt ist, gewöhnlich so schnell abnimmt, daß der Strom in wenigen Minuten fast verschwindet. Wenn die Wirkungsabnahme noch nicht zu weit fortgeschritten ist, wird eine beträchtliche Vermehrung der Stromkraft durch Bewegung der Flüssigkeit bemerklich. In meiner früheren Abhandlung (diese Annal. Bd. XXXXIII S. 462) ist festgesetzt worden, daß bei einer Zinkkupfer-Kette in der fraglichen

Lösung nur Bewegung der Flüssigkeit an der Oberfläche des Zinks den Strom bedeutend vermehrt. Ich habe jedoch später gefunden, daß dies nicht allgemein wahr ist. Es sind bei meinen Versuchen mit kohlensaurem Kali mehrere Fälle vorgekommen, wo eine Bewegung der Flüssigkeit an der Oberfläche des Kupfers mehr zur Wirkungswiederherstellung der Kette beiträgt, als eine Bewegung am Zink, und bisweilen wirkt sie allein. Es kommt hierbei viel auf Nebenumstände, z. B. die Reinheit und Politur der Oberfläche der Metalle, die Concentration der alkalischen Lösung u. s. w., an. Indem die Wirkungsabnahme der Kette mehr fortschreitet, wird das Steigen der Kraft durch Bewegung der Flüssigkeit unbedeutender und hört zuletzt auf. Wird die Kette, nachdem sie eine gewisse Zeit geschlossen worden, geöffnet, so nimmt die Wirkung zwar zu, aber der Strom wird bei weitem nicht seine anfängliche Kraft erreichen. Wenn z. B. die Kette anfangs einen Strom von 50° Ablenkung der Magnetnadel erregte, und so lange geschlossen worden ist, bis die Wirkung fast aufgehört hat, so wird der Strom sogar nach mehrstündigem Öffnen bei neuer Schließung kaum 5° betragen.

Ogleich die Bewegung der Flüssigkeit, nachdem die Kette eine Zeit lang geschlossen worden ist, zur Wirkungswiederherstellung nicht beiträgt, wäre es doch irrig, daraus zu schließen, daß die Unwirksamkeit der Kette nicht auf einer Verminderung der elektromotorischen Kraft beruhe; denn eine veränderte Spannung kann eben sowohl durch eine Veränderung des elektromotorischen Zustandes des starren, als des flüssigen Körpers bewirkt werden. Leidet nur die Oberfläche des starren Körpers eine Veränderung, kann die Bewegung der Flüssigkeit keine Zunahme des Stromes bewirken; denn in diesem Falle ist es gleichgültig, mit welchen Theilen der Flüssigkeit jene in Berührung kommt. Ogleich das Steigen des Uebergangswiderstandes am Zink, wie schon meine



früheren Versuche beweisen (Ann. Bd. XXXXIII S. 483), gewifs nicht zu übersehen ist, ist doch die Unwirksamkeit der Kette in der Auflösung von kohlensaurem Kali eigentlich eine Folge eines besonderen elektromotorischen Zustandes der Oberfläche des Zinks. Um dieses zu beweisen, darf man nur an die Stelle des Kupfers der obigen Kette eine frisch geschleuerte Zinkplatte setzen, und beide Zinkplatten mit den Drahtenden des elektromagnetischen Multipliers verbinden. Es erfolgt in diesem Falle eine starke Ablenkung der Nadel, aber in einer der vorigen entgegengesetzten Richtung, zum Beweise, dafs eine Gegenspannung am Zink hervorgerufen ist. Diese Gegenspannung dauert noch fort, wenn man das Zink herausnimmt, mit einem leinenen Tuche abtrocknet oder mit Wasser abspült, und wieder in die Flüssigkeit setzt; und daraus erhellt, dafs sie in einer Veränderung des elektromotorischen Zustandes des Zinks ihren Grund haben mufs. Dafs eine solche Veränderung verhältnifsmäfsig nur wenig am Kupfer stattfindet, beweist der Umstand, dafs die Wirkung der Kette nur unbedeutend verstärkt wird, wenn eine neue Kupferplatte dem Zink entgegengesetzt wird. Eben so erhält man nur eine schwache Ablenkung der Nadel, wenn eine neue Kupferplatte mit der vorigen zur Kette geschlossen wird.

Dafs der elektromotorische Zustand des Zinks weit mehr als der des Kupfers in der alkalischen Lösung verändert wird, beweist auch das Verhalten der Kette bei Erhitzung der Metalle. Es ist durch De la Rive's Versuche bekannt <sup>1)</sup>, dafs bei einem homogenen galvanischen Paare, welches mit einem Volta'schen Apparat in Verbindung gesetzt wird, nur eine Erhitzung derjenigen Metallplatte, in welche der elektrische Strom von der Flüssigkeit übergeht, die Wirkung vermehrt. Auch bei einem heterogenen Paare, das für sich zur Kette geschlos-

1) Diese Annalen, Bd. XXXXII S. 99.

sen wird, ist, nach meiner Erfahrung, nur die Erhitzung desjenigen Metalles von Einfluß, in welches der elektrische Strom von der Flüssigkeit einfließt, in allen den Fällen nämlich, wo die Gegenspannung bei diesem Metalle hervortritt, d. h. in allen neutralen Salzlösungen, verdünnten Säuren und reinem Wasser nur die Erhitzung des negativen Metalls. In dem gegenwärtigen Falle aber verhält es sich fast umgekehrt; denn die Erhitzung des Zinks <sup>1)</sup> bewirkt eine sehr beträchtliche Zunahme der Stromkraft, dagegen die Erhitzung des Kupfers eine nur geringe.

Der veränderte Zustand des Zinks scheint sich mit der Zeit nur wenig zu verlieren. Man kann eine solche Zinkplatte abtrocknen und mehrere Tage liegen lassen, und doch wird sie, wieder mit Kupfer in der alkalischen Lösung zur Kette geschlossen, nur einen schwachen Strom erregen. Eben so dauert dieser Zustand so ziemlich im Wasser und selbst in Salzlösungen fort, die auf das Zink nicht chemisch wirken. Taucht man aber die Zinkplatte nur kurze Zeit in verdünnte Schwefelsäure oder in eine concentrirte Lösung von kaustischem Kali, so kehrt sie sogleich in den normalen Zustand zurück und erregt mit Kupfer wieder einen starken Strom. Auch durch Abfeilen oder Scheuern mit Schmirgelpapier wird der abnorme Zustand völlig aufgehoben, zum Beweise, daß nur die Oberfläche, und keinesweges die inneren Theile des Zinks eine Veränderung erlitten haben.

Ich war anfangs der Meinung, daß die eben erwähnte Veränderung des elektromotorischen Zustandes der Oberfläche des Zinks nur eine Wirkung des Stro-

1) Weil das Zink keine große Hitze erträgt, wurde an dieses eine gleich breite Platte von Kupfer gelöthet, die so in einen rechten Winkel gebogen wurde, daß die Löthstelle der Flüssigkeit ziemlich nahe zu stehen kam. Jetzt konnte man den hervorragenden horizontalen Theil der Kupferplatte bis zum Glühen erhitzen, ohne eine Schmelzung des Zinks befürchten zu dürfen.

mes war; sie tritt jedoch schon, wie ich mich zur Genüge überzeugt habe, im ungeschlossenen Zustande der Kette, durch die bloße Berührung mit der alkalischen Lösung ein, und wird durch den elektrischen Strom beschleunigt. Läßt man daher eine Zinkplatte mit der Auflösung von kohlensaurem Kali eine Zeit lang in Berührung stehen, so wird sie, mit einer anderen Zinkplatte in derselben Lösung zur Kette geschlossen, einen beträchtlichen Strom erregen, und zwar so, daß jene sich zu dieser wie ein negatives Metall verhält. Es kann jedoch auf diese Weise mehrere Stunden dauern, ehe eine Veränderung hervorgebracht wird, die, beim Schließen des Zinks mit Kupfer, schon nach wenigen Minuten erfolgt. Die Wirkung der Berührung ist jedoch schneller, wenn das Zink zuvor in den abnormen Zustand gesetzt, und dieser wieder, durch kurzes Eintauchen in verdünnte Schwefelsäure, aufgehoben ist. Durch die Veränderung, die das Zink durch die bloße Berührung mit der Auflösung von kohlensaurem Kali erleidet, erklärt sich, warum die Wirkung nach Oeffnung der Zinkkupfer-Kette nur wenig zunimmt. Die Wirkung der alkalischen Lösung auf das Kupfer ist dieselbe, wie die auf das Zink, nur weit schwächer. Eine Kupferplatte, die eine Zeit lang in der Lösung von kohlensaurem Kali gestanden hat, erregt daher mit einer frisch gescheuerten Kupferplatte in derselben Lösung einen schwachen Strom, der von letzterer durch die Flüssigkeit zur ersteren geht. Wird aber die Kupferplatte mit Zink zur Kette geschlossen, so unterstützt der Strom die Wirkung der Berührung nicht, wie dieß mit dem Zink der Fall ist, sondern wirkt derselben entgegen, und daher verhält sich jene gegen eine frische Kupferplatte zuerst wie ein positives Metall, und erst nachdem der Strom sehr geschwächt worden ist, tritt das entgegengesetzte Verhalten ein.

Weil die Veränderung des elektro-motorischen Zustandes des Zinks nicht einzig eine Wirkung des elek-

trischen Stromes ist, sondern schon außer der Kette bei der bloßen Berührung mit der alkalischen Lösung stattfindet, so erhellt die Möglichkeit einer Umkehrung der Richtung des Stromes während des Geschlosseneyns der Kette. Ein solcher Fall ist bei meinen Versuchen wirklich eingetroffen. Nachdem eine Zinkkupfer-Kette in der Auflösung von kohlensaurem Kali eine Zeit lang durch den Multiplicator geschlossen gestanden hatte, bemerkte ich, daß die Nadel, deren normale Ablenkung östlich war, über den Nullpunkt ein Wenig nach Westen gekommen war. In der Vermuthung, daß dies von der zufällig nicht genauen Stellung des Instrumentes herührte, hob ich die Schließung auf; aber jetzt kehrte die Nadel auf den Nullpunkt zurück. Wurde die Kette gleich darauf wieder geschlossen, so erfolgte eine Ablenkung der Nadel nach Westen von  $3^{\circ} \frac{1}{2}$ . Nach 5 Min. Oeffnung betrug sie bei neuer Schließung  $6^{\circ}$  nach Westen. Durch das Schließen der Kette kehrte der vorige Zustand bald zurück, und die Ablenkung der Nadel wurde sehr schwach, aber noch westlich. Es fand also hier die gewöhnliche Wirkungsabnahme durch Schließung und die Wirkungswiederherstellung durch Oeffnung der Kette nur umgekehrt statt. Es scheint mir dies ein strenger Beweis zu seyn, daß der Strom eigentlich nur dahin strebt, die Wirkung der Kette auf Null zu führen, und hierdurch wird meine früher über die Ladung aufgestellte Ansicht bestätigt, der zufolge die eigenthümliche, nach dem Schließen eintretende Wirkungsabnahme einer galvanischen Kette, darauf beruht, daß die Differenz der freien Elektricitäten, die an der Stelle, wo sich die Flüssigkeit und das Metall berühren, wegen des daselbst stattfindenden Leitungswiderstandes, durch den Strom hervorgerufen wird, und nothwendig der elektro-motorischen Kraft der Kette dem Zeichen nach entgegengesetzt ist, allmählig in Spannung übergeht, d. h. zu einer stehenden Differenz verwandelt wird. Eine andere

Ursache der Wirkungsabnahme ist jedoch nicht zu übersehen, nämlich das Steigen des Uebergangswiderstandes, das ebenfalls eine Wirkung des Stromes zu seyn scheint, und den bisherigen Erfahrungen gemäß gerade an derselben Stelle stattfindet, wo die Gegenspannung entsteht.

Wurde, während der Strom der Kette umgekehrt war, die Flüssigkeit an den Oberflächen der beiden Metalle bewegt, so stieg die Stromkraft etwas, in beiden Fällen ungefähr gleich viel, zum Beweise, daß sich auch hier zwischen Flüssigkeit und Metall Spannungen bildeten, die der vorhandenen elektro-motorischen Kraft der Kette entgegengesetzt waren. Wurde die bisherige Kupferplatte herausgenommen und eine neue an deren Stelle gesetzt, so war die Ablenkung der Nadel noch westlich, aber viel stärker als früher. Wurde die letzte Kupferplatte an die Stelle des Zinks gesetzt und mit der vorigen zur Kette geschlossen, so bewegte sich die Nadel nach Osten bis auf  $22^{\circ}$ . Alles dies beweist, daß, unter Mitwirkung des umgekehrten Stromes, der elektro-motorische Zustand des Kupfers bedeutend verändert wurde, und zwar so, daß es sich wie ein negatives Metall gegen gewöhnliches Kupfer verhielt. Dies ist auch der Theorie gemäß; denn während die elektro-motorische Kraft der Zinkkupfer-Kette umgekehrt war, spielte das Kupfer die frühere Rolle des Zinks, und daher wurde die Wirkung der alkalischen Lösung auf das Kupfer durch den Einfluß des Stromes unterstützt. Wurde eine Zinkplatte an die Stelle des Kupfers gesetzt und mit der vorigen Zinkplatte durch den Multiplicator geschlossen, so sprang die Nadel mit großer Heftigkeit gegen Westen, kam aber binnen Kurzem unter  $5^{\circ}$  zurück. Hierdurch verlor das Zink seinen vorigen Zustand größtentheils, und brachte mit Kupfer eine starke östliche Ablenkung der Nadel hervor, die doch nach einiger Zeit wieder in eine westliche überging. Wurde, während der Strom der Kette umgekehrt war, der hervorragende horizontale

Theil der Kupferplatte erhitzt, so stieg die westliche Ablenkung der Nadel von  $\frac{1}{2}$  bis ungefähr  $2^\circ$ . Wurde nachher die an das Zink gelöthete Kupferplatte erhitzt, blieb die Nadel anfangs unbeweglich, fing aber bei zunehmender Hitze an sich nach Osten zu bewegen, und kam zuletzt bis auf  $40^\circ$  östlich. Während des Abkühlens trat der vorige Zustand wieder ein. Dieser Versuch, der mir merkwürdig scheint, wurde mehrmals mit demselben Erfolge wiederholt.

Merkwürdig ist, daß der abnorme Zustand der Oberfläche des Zinks, auch wenn er in dem Grade stattfand, daß der Strom der Kette umgekehrt war, außer Berührung des Zinks mit der alkalischen Lösung lange Zeit ohne merkbare Schwächung fort dauerte. Der Strom der Zinkkupfer-Kette war den einen Tag so stark umgekehrt, daß die erste Oscillation der Nadel  $20^\circ$  nach Westen betrug. Nachdem das Zink abgetrocknet war und eine Nacht über gelegen hatte, fand ich den Strom beim Schließen mit derselben Kupferplatte in der alkalischen Lösung sogar noch stärker umgekehrt, so daß die erste Oscillation der Nadel  $22^\circ$  betrug. Es ist jedoch möglich, daß der Widerstand des Ueberganges am Zink den zweiten Tag geringer gewesen ist.

Obgleich das Zink in Berührung mit der alkalischen Lösung zuletzt so verändert wurde, daß die erste Oscillation der Nadel beim Schließen der Kette eine Amplitude von ungefähr  $20^\circ$  nach Westen hatte, war doch die Ablenkung noch schwach östlich, wenn das Kupfer gegen Platin ausgetauscht wurde. Obgleich so bei diesen Ketten der Strom vom Kupfer durch die Flüssigkeit zum Zink, und vom Zink durch die Flüssigkeit zum Platin ging, so würde man sich jedoch von der Sache einen falschen Begriff machen, wenn man annehmen wollte, daß das Zink durch den Einfluß der Auflösung von kohlenensaurem Kali so negativ gemacht würde, daß es in der elektrischen Reihe über Kupfer hinausgerückt, zwi-

sehen diesem und dem Platin zu stehen käme. Wenn ich angeführt habe, dafs der Strom der Zinkkupfer-Kette umgekehrt war, gilt dies nur in der eben erwähnten und ähnlichen Lösung, und in anderen Flüssigkeiten verhält es sich anders. Wurde daher dieselbe Kette in Brunnenwasser getaucht, erfolgte nach dem Schliesen ein Strom in der gewöhnlichen Richtung, d. h. vom Zink durch das Wasser zum Kupfer. Dafs aber das Zink wirklich in einen negativeren Zustand gekommen war, erhellte daraus, dafs es eine bedeutende westliche Ablenkung der Nadel mit frisch gescheuertem Zink im Wasser hervorbrachte. Setzte man Blei an die Stelle des letzteren, so fand eine merkbare, obgleich schwache östliche Ablenkung statt. Man dürfte daher annehmen, dafs das Zink durch den Einflufs des kohlensauren Kalis in der elektrischen Reihe höchstens an die Stelle des Bleies gekommen war. Es wird mir daher wahrscheinlich, dafs die Unwirksamkeit einer Zinkkupfer-Kette in einer Auflösung von kohlensaurem Kali eigentlich von einer Gegenspannung zwischen der Flüssigkeit und dem Zink herrühre, dafs aber diese Gegenspannung selbst auf einem veränderten elektro-motorischen Verhalten der Oberfläche des Zinks beruhe. Man kann sich aber nicht wohl eine Veränderung des elektro-motorischen Zustandes der Zinkoberfläche denken, ohne zugleich anzunehmen, dafs diese Oberfläche gegen die zunächst liegenden inneren Theile des Zinks erregend wirke, und daher rührt vielleicht das oben erwähnte abnorme Verhalten des Zinks im Wasser. Eine Schwierigkeit bei dieser Erklärung liegt darin, dafs man annehmen mufs, dieselbe Zinkoberfläche, die positiver gegen die alkalische Lösung geworden ist, verhalte sich negativ gegen die inneren Zinktheile. Sie ist jedoch von keiner Erheblichkeit; denn die Flüssigkeiten weichen ganz von dem gegenseitigen elektro-motorischen Verhalten der festen Körper ab, und das gegen die übrigen Metalle positive Zink ist gerade am

meisten negativ gegen die Mehrzahl der Flüssigkeiten. Die gewöhnlichen Condensatorversuche können über diese Frage nicht entscheiden; denn man erhält dasselbe Resultat, die Spannung mag zwischen der Flüssigkeit und der Oberfläche des Metalls oder zwischen dieser und dessen inneren Theilen stattfinden. Das einzige Mittel hierüber zu einiger Gewissheit zu kommen, besteht darin, daß man nach Volta's und Fechner's Methode den zu untersuchenden Metallen condensirende Flächen giebt, und diese, ohne Dazwischenkunft der Flüssigkeit, mit einander in Berührung setzt. Wenn z. B. die beiden Platten von Zink sind, und die eine in der Auflösung von kohlensaurem Kali die eben erwähnte Veränderung seiner Oberfläche erlitten hat, so läßt sich, nach der Trennung der mit einander in unmittelbare Berührung gesetzten trocknen Platten, die Spannung nachweisen, die davon eine Folge ist.

Die eben erwähnten Erscheinungen lassen sich besser in einer schwachen Auflösung von kohlensaurem Kali, als in einer concentrirten beobachten. Das eigentliche Gewicht der Auflösung, in welcher eine Umkehrung der Richtung des Stromes der Zinkkupfer-Kette stattfand, betrug nur 1,07. Auch das kaustische Kali verändert den elektro-motorischen Zustand des Zinks, jedoch muß die Lösung sehr schwach seyn. Schließt man eine Zinkkupfer-Kette im Wasser, und gießt nach und nach unter beständigem Umrühren kaustisches Kali hinzu, so wird die Wirkung anfangs vermehrt, bald aber fängt sie an abzunehmen, und wird in Kurzem beinahe Null seyn. Jetzt ist der elektro-motorische Zustand des Zinks verändert, und das Oeffnen der Kette wird wenig dazu beitragen, die Wirkung wieder herzustellen. Das kohlen-saure Natron verhält sich, so viel ich ermittelt habe, auf dieselbe Weise wie das kohlen-saure Kali, aber das Verhalten des kaustischen Natrons in diesem Bezuge ist von mir nicht untersucht worden.



Ich kann nicht der Meinung seyn, daß die eben erwähnte Veränderung der Oberfläche des Zinks durch eine gewöhnliche chemische Einwirkung der alkalischen Lösung bewirkt werde, denn der chemische Angriff der Flüssigkeit ist gerade das Mittel den veränderten Zustand aufzuheben. Hierdurch erklärt sich, warum eine Zinkkupfer-Kette, die in sehr verdünnter Auflösung von kaustischem Kali nur wenig Wirkung äußert, in der concentrirten sehr wirksam ist; denn im letzten Fall wird das Zink oxydirt und der Strom ist mit sichtbarer Gasentwicklung begleitet. Es muß also der Veränderung des elektro-motorischen Zustandes der Oberfläche des Zinks in den alkalischen Auflösungen eine Molecular-Wirkung eigener Art zum Grunde liegen.

Ob der veränderte elektro-motorische Zustand des Zinks nothwendig mit einer Veränderung seiner Verwandtschaften begleitet sey, will ich hier nicht entscheiden. Ich habe gefunden, daß Zinkplatten, die mit Kupfer eine Zeit lang in der Auflösung von kohlenisaurem Kali zur Kette geschlossen worden, nur mit Schwierigkeit oder gar nicht Kupfer aus einer Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd niederschlagen. Setzt man eine solche Platte bis auf eine gewisse Tiefe der Einwirkung der diluirten Schwefelsäure aus, trocknet sie nachher ab und taucht sie in die Kupferlösung, so wird Kupfer, oder vielmehr dessen Oxyd, sogleich an der Stelle ausgeschieden, wo sie die Säure berührte. Es ist jedoch zu bemerken, daß bisweilen auch gewöhnliches Zink, besonders wenn es an der Oberfläche angegriffen ist, der Einwirkung der Kupferauflösung im gewissen Grade widersteht.

---

---

### III. *Ueber die chemischen Wirkungen schwacher elektrischer Ströme bei langer Dauer.*

---

**Z**ur weiteren Verfolgung dieses in neuerer Zeit besonders von Hrn. Becquerel untersuchten Gegenstandes bediente sich Hr. Golding Bird einer einfachen Kette von ähnlicher Construction, wie sie von Hrn. Daniell zur Erlangung eines Stromes von unveränderlicher Intensität angewandt wird. Die Metall-Lösung, in der das Kupfer stand, befand sich in einem Glasrohr, das unten durch einen Pflock aus Gyps verschlossen war und in ein größeres Gefäß mit Kochsalzlösung tauchte, welche eine Zinkplatte aufnahm. Beide Metalle wurden dann durch einen Draht verbunden. — Lösungen von Kupfer, Eisen, Zink, Wismuth, Antimon, Blei und Silber lieferten auf diese Weise schön ausgebildete Krystalle von starkem Metallglanz und großer Festigkeit, die einen merkwürdigen Contrast zu den weichen schwammigen Massen bildeten, in denen man sie durch starke Batterien erhält. Selbst Nickel und Silicium wurden auf diese Weise im reducirten Zustand erhalten. Bei einer kleinen Abänderung der Kette bekam Hr. B. auch die Amalgame von Kalium, Natrium und selbst Ammonium, von denen das letztere jedoch schon nach einer Unterbrechung des Stroms von nur wenigen Secunden wiederum zerfiel. (*Phil. Mag. Ser. III Vol. X p. 376.*)

---

#### IV. *Ueber die elektrische Polarisirung der Metalle; von F. C. Henrici.*

**I**n meinem Aufsätze über die Wirkung elektrischer Entladungen auf die sie vermittelnden Leiter habe ich (Ann. Bd. XXXXVI. S. 585) die Meinung geäußert, daß auf die durch solche Entladungen zu bewirkende elektrische Polarisirung metallischer Leiter die chemische Natur der Flüssigkeit, in welcher dieselbe erfolgt, von bedeutendem Einfluß seyn möge.

Bei weiterem Nachdenken über diesen Gegenstand drängte sich mir bald die Vermuthung auf, daß diese merkwürdige Erscheinung einer theilweisen Zersetzung der angewandten Flüssigkeit durch die hindurchströmende Elektrizität und einer damit verbundenen Anlagerung des elektronegativen Bestandtheils derselben an den Draht, durch welchen die positive Elektrizität in die Flüssigkeit eintritt, des elektropositiven Bestandtheils dagegen an den gegenüberstehenden, die Elektrizität ableitenden Draht ihre Entstehung verdanken möchte. Nach dieser Ansicht würde z. B. eine Salpeterlösung theilweise in Aetzkali und Salpetersäure durch elektrische Entladungen, eben so wie durch einen galvanischen Strom, zersetzt werden, und die ausgeschiedene Salpetersäure an den einen, das ausgeschiedene Aetzkali an den andern Draht in der so eben bezeichneten Ordnung sich anlagern müssen. Da die Drähte, wenigstens Platindrähte, hierbei nur als Leiter zu betrachten sind, so würde die hervorgerufene elektrische Polarität aus der gegenseitigen galvanischen Action der nach der partiellen Zersetzung der Salpeterlösung vorhandenen drei heterogenen Flüssigkeiten abzuleiten seyn, welche in der Ordnung

+ Salpetersäure, Salpeterlösung, Aetzkalilösung —

an einander gränzen. Diese Ueberlegung hat mich, nebst anderen Beweggründen, veranlaßt, eine Reihe von Versuchen über die bei der Berührung heterogener Flüssigkeiten stattfindende Elektricitätsentwicklung zu unternehmen, über deren Ergebnisse ich hier Einiges mitzutheilen mir erlauben will, Anderes für eine andere Gelegenheit vorläufig zurücklegend.

Bei diesen Versuchen kam es wesentlich darauf an, die im ersten Augenblick der Berührung heterogener Flüssigkeiten frei werdende Elektricität aufzufangen und sichtbar zu machen, weil, indem zwei Flüssigkeiten in gegenseitige Berührung treten, sofort durch ihre Vermischung eine dritte intermediäre Flüssigkeit gebildet wird, von der sich im Voraus nicht beurtheilen läßt, welchen Einfluß sie ausüben werde. Es erscheint daher als zwecklos, zu diesen Versuchen große Mengen von Flüssigkeiten anzuwenden, und dies um so mehr, da die unter den in Rede stehenden Umständen stattfindende Elektricitätsentwicklung oft so bedeutend ist, daß man, bei Anwendung eines empfindlichen Multiplators, darauf bedacht seyn muß, dieselbe hinreichend zu schwächen, damit ihre Einwirkung auf die Multiplatornadel nicht zu stark ausfalle. Diese Gründe haben mich bewogen, bei meinen Versuchen folgenden höchst einfachen Apparat anzuwenden.

Zwischen zwei auf einem Brettchen senkrecht befestigten (etwa  $4\frac{1}{2}$  Zoll hohen) Säulen  $AA'$ , Fig. 7 Taf. II, läßt sich das Querholz  $B$  ohne Reibung in Nuthen auf und nieder bewegen, so daß es, nicht gehalten, von selbst niederfällt. Dasselbe ist mit einer, zur Aufnahme von Quecksilber dienenden kleinen Vertiefung  $a$ , in welche der Platindraht  $b$  hineinreicht, und mit einer Durchbohrung  $c$  versehen, die zur Aufnahme des, einen zweiten Platindraht enthaltenden Glasröhrchens  $d$  bestimmt ist. Beide Platindrähte sind  $\frac{9}{10}$  Millimeter dick und 45 Millimeter lang, und können in ein auf dem  
Brett-

Brettchen unter sie gestelltes Cylindergläschen *C* beliebig tief eingesenkt werden. Dieses Cylindergläschen wird etwa zur Hälfte, oder weniger, mit der einen der dem Versuch zu unterwerfenden Flüssigkeiten gefüllt. Je nachdem nun mit zwei oder mit drei heterogenen Flüssigkeiten experimentirt werden soll, wird der eine der beiden Platindrähte, oder es werden beide mit einem baumwollenen Faden umwickelt und die Baumwolle mit der andern Flüssigkeit oder den beiden andern Flüssigkeiten benäßt. Darauf wird das Querholz *B* in das Gestell eingesetzt, die Drahtenden des Multiplicators mit dem Quecksilber in *a* und *c* in Berührung gebracht, und zuletzt die Einsenkung der Platindrähte in das Glascyllinderchen (vermittelst Ausziehens eines das Querholz vorläufig stützenden Stiftes *n*) bewerkstelligt.

Von den mit diesem Apparat angestellten Versuchen will ich jetzt diejenigen anführen, welche sich auf den in Rede stehenden Gegenstand beziehen. Sie sind in folgender Tafel mit ihren zugehörigen Zeichen zusammengestellt, und ihnen ist die Bezeichnung der Polaritäten, welche an in die mittlere Flüssigkeit getauchten Platindrähten durch einen elektrischen Strom hervorgerufen werden, in der Absicht beigefügt worden, um die Richtungen der in beiden Fällen erfolgenden Ablenkungen der Multiplicatornadel mit einander vergleichen zu können.

Flüssigkeiten.	Polarisirung der Platinröhre in
+ Salpetersäure Salpeterlösung Aetzkalilösung —	+ Salpeterlösung
+ Weinsäure weinsaure Kalilösung Aetzkalilösung —	+ weinsaure Kalilösung
+ Schwefelsäure schwefelsaure Kalilösung Aetzkalilösung —	+ schwefelsaure Kalilösung
+ Oxalsäure oxalsäure Kalilösung Aetzkalilösung —	+ oxalsäure Kalilösung
+ Jodwasserstoffsäure Jodkaliumlösung Aetzkalilösung —	+ Jodkaliumlösung
+ Salpetersäure salpetersaure Kalklösung Kalkwasser —	+ salpetersaure Kalklösung
+ Schwefelsäure Gypslösung Kalkwasser —	+ Gypslösung
+ Salpetersäure salpetersaure Barytlösung Barytwasser —	+ salpetersaure Barytlösung
+ Essigsäure essigsäure Barytlösung Barytwasser —	+ essigsäure Barytlösung
+ Salzsäure Chlorbariumlösung Barytwasser —	+ Chlorbariumlösung
+ Salzsäure Chlorammoniumlösung Aetzammoniak —	+ Chlorammoniumlösung

Die Uebereinstimmung der in dieser Tafel enthaltenen beiderlei Thatsachen ist so vollständig, dafs der Gedanke, die Ursache der elektrischen Polarisirung der Metalle in einer partiellen Zersetzung der Flüssigkeiten, in denen sie beim Hindurchströmen elektrischer Entladungen erfolgt, zu suchen, wie mich dünkt, nicht abzuweisen ist. Zwar läfst sich die Wirkung dieser Polarisirung nicht bei allen Flüssigkeiten auf die so eben dargelegte Weise nachbilden; aber aufer dem Gewicht der Analogie, welche für dieselbe Erscheinung unter allen Umständen eine gleiche Ursache anzunehmen nöthigt, wird diese Vorstellung auch noch dadurch unterstützt, dafs die Stärke der elektrischen Polarisirung mit der mehr oder minder leichten Zersetzbarkeit der angewandten Flüssigkeit in einem unverkennbaren Zusammenhange steht, in welcher Beziehung ich unter andern nur an das leicht zersetzbare Jodkalium <sup>1)</sup> erinnern will, in welchem bei meinen früheren Versuchen (Annalen, Bd. XXXXVI S. 589) die Platindrähte die entschieden stärkste Polarität angenommen haben. Auch der Umstand, dafs die polarischen Drähte ihre Polarität sehr bald verlieren, wenn sie in der Flüssigkeit eingetaucht bleiben, ist hier nicht zu übersehen.

Ogleich nun diese Gründe hinreichend erscheinen dürften, meine Ansicht über den in Rede stehenden Gegenstand für die richtige zu halten, so liegt doch der Gedanke an Faraday's höchst sinnreiche Vorrichtung zur Sichtbarmachung schwacher elektro-chemischer Zersetzungen, welche durch Ströme gemeiner Elektricität bewirkt werden <sup>2)</sup>, zu nahe, als dafs ich es hätte unterlassen können, solche Zersetzungsversuche mit einigen verschiedenartigen Flüssigkeiten anzustellen. Ich habe

1) In meinem vorigen Aufsätze irrthümlich hydrojodsaures Kali benannt.

2) Annalen, Bd. XXIX S. 291 etc.

zu dem Ende zwei auf einer Glasplatte dicht neben einander liegende Stückchen Lackmus- und Curcumäpapier mit der zu untersuchenden Flüssigkeit benässt, mit dem einen derselben die Spitze eines die Elektricität zuleitenden, mit dem andern die Spitze eines dieselbe ableitenden dünnen Platindrahts in Berührung gebracht, und durch dieses System von Leitern den Strom meiner wenig kräftigen Cylindermaschine hindurchgeleitet. Als ich denselben durch Lösungen von Kochsalz, Chlorbarium, salpetersaurem und essigsaurem Baryt, salpetersaurem, schwefelsaurem, oxalsaurem und weinsaurem Kali, schwefelsaurer Bittererde, salpetersaurem und schwefelsaurem Kalk, Cyaneisenkalium etc. in der Richtung hindurchgehen liefs, dafs derselbe vom Lackmuspapier zum Curcumäpapier übergehen mußte, habe ich in allen Fällen das, was erwartet werden konnte, nämlich Röthung des Lackmuspapiers und Bräunung des Curcumäpapiers, oder auch, je nach den Umständen, nur eine von beiden Färbungen eintreten sehen; diese Färbungen bildeten immer kleine runde Flecken unmittelbar unter den die Papiere berührenden Drahtspitzen. Bei einer solchen partiellen Zersetzung von Jodkalium, der für solche Versuche bei weitem geeignetsten Substanz, bilden sich an den bezeichneten Stellen zwei, dem ausgeschiedenen Jod und Kali entsprechende *braune* Flecken, von einer übrigens verschiedenen Farbennüance. Wenn ich nun, nachdem solche Färbungen erzeugt worden, die freien Enden der beiden Platindrähte mit den Drahtenden meines Multipliers verband, so erfolgte stets eine deutliche, nicht selten eine bedeutende Ablenkung der Doppelnadel desselben in einer Richtung, welche das Daseyn eines, dem primären entgegengesetzten secundären, vom Curcumäpapier zum Lackmuspapier gehenden elektrischen Stroms zu erkennen gab; ja, dieselbe Ablenkung erfolgte auch dann, als ich die beiden Platindrähte, um eine etwaige elektrische Polarisirung derselben ganz unmöglich zu ma-



chen, mit ihren Spitzen die Reactionspapiere während des Durchgangs des elektrischen Stroms durch dieselben gar nicht berühren, sondern um etwa 1 Millimeter <sup>1)</sup> von derselben abstehen liefs, und die Berührung erst nach der Verbindung ihrer freien Enden mit dem Multiplicatordraht vollzog.

Dieser Versuch, der vielleicht am directesten das, was ich festzustellen mich bemüht habe, beweist, erfordert jedoch für Diejenigen, die ihn zu wiederholen etwa geneigt seyn sollten, eine Erläuterung, welche die dabei erfolgende Bildung von Salpetersäure betrifft. Ganz in Uebereinstimmung mit Faraday's Angaben über diesen Gegenstand sieht man diese immer eintreten, sobald der elektrische Strom eine, wenn auch unbedeutende Luftschicht zu durchbrechen gezwungen ist. Wendet man z. B. mit Jodkaliumlösung benäfftes Fließpapier an, so bildet sich auf demselben, jeder der beiden Drahtspitzen gegenüber, schon nach wenigen Umdrehungen der Maschine ein brauner Fleck, und zwar werden diese Flecke bei fortgesetzter Bewegung der Maschine sehr viel bedeutender als der eine, der zum Vorschein kommt, wenn beide Drahtspitzen das Papier berühren. Beide Flecken sind die Folge einer Verbindung der aus den Bestandtheilen der Atmosphäre erzeugten Salpetersäure mit dem Kalium der Jodkaliumlösung, wodurch das Jod ausgeschieden wird.

Dieser Vorgang kann indessen diejenige andere Zersetzung der Lösung, welche direct durch den elektrischen Strom bewirkt wird, nicht verhindern, und in der That giebt dieselbe sich nicht nur durch die merklich schwächere Färbung des Papiers an der Austrittsstelle des elektrischen Stromes, verglichen mit der an seiner Eintrittsstelle entstehenden, sondern auch durch die vollkommen

1) Diese Entfernung muß, wie sich von selbst versteht, für beide Drahtspitzen gleich, und auch nicht zu groß seyn, weil die Wirkung sich sonst nicht genug concentrirt.

deutliche Ablenkung zu erkennen, welche die Nadel des Multiplicators erleidet, wenn dessen Drahtenden mit den freien Enden der Platindrähte verbunden und deren andere Enden mit den unter ihnen befindlichen braunen Flecken in Berührung gebracht werden.

Bei dieser Art, den Versuch anzustellen, geschieht, was ohne Zweifel sehr bemerkenswerth ist, die elektrochemische Zersetzung der Flüssigkeit, ohne dafs dieselbe von heterogenen Leitern berührt wird, und die dabei gebrauchten Platindrähte nehmen *keine* Polarität an, wovon ich mich auch direct überzeugt habe, indem ich *nach* bewirkter Zersetzung der Flüssigkeit das damit benäufte Fließpapier fortnahm, ein neues, mit frischer Lösung benäufstes, den beiden Drahtspitzen unterlegte, die Verbindung der Drähte mit dem Multiplicator vollzog und dann die Drahtspitzen mit dem Fließpapier in Berührung brachte; dabei habe ich nie eine Spur von Ablenkung an der Multiplicatornadel wahrgenommen. Diese blieb aber nicht aus, wenn ich, nicht das Fließpapier, sondern die Platindrähte gegen andere vertauschte, und durch diese die angegebenen Verbindungen bewerkstelligte.

Man kann die auf den Reactionspapieren entstandenen Flecken durch einen entgegengesetzten elektrischen Strom wieder wegschaffen, daher auch, anstatt des blauen Lackmuspapiers und gelben Curcümäpapiers, durch Säuren geröthetes Lackmuspapier und durch alkalische Lösungen gebräuntes Curcümäpapier zu elektrochemischen Zersetzungsversuchen anwenden; die Spitze des Zuleitungsdrahts bewirkt alsdann auf letzteren einen *gelben*, die Spitze des Ableitungsdrahts auf ersterem einen *blauen* Fleck. Will man blofs die der Zersetzung der Flüssigkeit entsprechende Ablenkung der Multiplicatornadel beobachten, so reicht ein damit benäufstes Stückchen Fließpapier vollkommen hin, dieselbe deutlich hervortreten zu lassen; ich habe auf diese Weise sogar, als Folge ei-

ner Zersetzung reinen Wassers, eine solche Ablenkung unzweifelhaft eintreten sehen.

Da die angeführten Erscheinungen schon durch den schwachen elektrischen Strom einer wenig kräftigen Maschine hervorgebracht werden konnten, so war zu erwarten, daß sie um so weniger bei Anwendung einer galvanischen Kette ausbleiben würden, und diese Erwartung hat sich mir bei einigen, mit einer Zinkkupferkette von ganz roher Einrichtung angestellten Versuchen durchaus bestätigt.

Ich hoffe mich nicht zu täuschen, wenn ich annehmen wage, daß die im Vorigen enthaltenen Thatsachen, hinsichtlich des Ursprungs derjenigen Erscheinung, welche man eine elektrische Polarisirung der Metalle genannt hat, keinen Zweifel übrig lassen, daß dieselbe in der durch jeden elektrischen Strom bewirkten Zersetzung der dabei im Spiele befindlichen Flüssigkeit und in dem damit verbundenen polarischen Auseinandertreten ihrer Bestandtheile bestehe. Ich glaube es daher auch unternehmen zu dürfen, dieses Ergebniss zur Erklärung anderer, noch nicht gehörig aufgeklärter Erscheinungen im Gebiete des Galvanismus anzuwenden, und hebe in dieser Beziehung das Folgende hervor:

1) Die rasche Wirkungsabnahme einer geschlossenen galvanischen Kette rührt (abgesehen von Veränderungen in der Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit etc.) von der durch den darin circulirenden elektrischen Strom bewirkten, seiner Intensität proportionalen Zersetzung des flüssigen Leiters her, dessen, an die ihn begränzenden Metallflächen sich anlagernden, Bestandtheile einen dem primären entgegengesetzten secundären elektrischen Strom von bedeutender Intensität erzeugen. Obgleich dieser Schluß ganz einfach aus den oben erörterten Thatsachen folgt, so schien es mir doch erwünscht zu seyn, für die Richtigkeit desselben einen directen experimentellen Be-

weis zu erhalten. Diesen habe ich auf folgende höchst einfache Weise erlangt.

Ein Zinkplättchen und ein Kupferplättchen wurden der Länge nach in der Mitte mit einem schmalen Streifen feinen Fließpapiers belegt, und deren Enden auf den Rückseiten der Plättchen mit ein wenig Klebwachs befestigt. Darauf wurden beide Plättchen (die Papierstreifen einander zugekehrt) in ein kleines Cylinderglas eingesetzt, und darin durch ein am Boden desselben befindliches, passend zugeschnittenes (auch gefirnisset) Korkstück in etwa 18 Millimeter Entfernung von einander festgestellt. Hiernach wurden die Enden zweier dünnen Platindrähte zwischen die Papierstreifen und das Korkstück am Boden eingeschoben, so daß sie an ersteren fest anlagen, an welche sie ausserdem noch durch ein zweites, von oben zwischen die Metallplättchen geschobenes Korkstück angeedrückt wurden, während ihre oberen (rechtwinklig umgebogenen) Enden über die Plättchen hinausragten. Das Kupferplättchen hatte einen seitwärts auslaufenden schmalen Arm, welcher, rechtwinklig umgebogen, sich mit schwacher Federung an die eine Kante des Zinkplättchens anlegte, wodurch, wenn in das Cylinderglas eine Flüssigkeit geschüttet worden, die dann vorhandene kleine galvanische Kette geschlossen wurde, zu deren Oeffnung aber nichts weiter erforderlich war, als ein Stückchen Papier zwischen Kupfer und Zink an ihrer Berührungsstelle einzuschieben. Als ich nun, nachdem letzteres geschehen war, Schneewasser in das Cylinderglas eingoss, und die oberen Enden der beiden Platindrähte mit den Drahtenden meines Multiplikators verband, erfuhr dessen Nadel eine geringe Ablenkung (von einigen Graden) *in normaler Richtung*, ein Beweis, daß zwischen dem Zink und dem Kupfer eine unvollkommene, aus den Elementen:

Wasser, Platindraht, Multiplikatordraht, Platindraht, Wasser bestehende Leitung vorhanden war.

Nachdem die Nadel sich festgestellt hatte, zog ich das, die eigentliche Schliessung der Kette verhindernde Papierstückchen zurück; sogleich machte die Nadel eine Bewegung von  $40^\circ$  bis  $50^\circ$  *nach der entgegengesetzten Seite*, auf welcher sie, nach wiederholten Schwingungen, bei etwa  $7^\circ$  zur Ruhe kam. Dasselbe geschah, als ich statt des reinen Wassers schwach mit Schwefelsäure gesäuertes Wasser, und schwache Lösungen von Glaubersalz und Jodkalium als flüssige Leiter in der kleinen Kette anwandte; nur waren alle dabei eintretenden Wirkungen ungleich kräftiger, und für die Empfindlichkeit meines Multiplicators schon zu stark.

Das Daseyn des aus dem Vorigen geschlossenen secundären elektrischen Stroms in hydro-elektrischen Ketten, welcher seiner Richtung nach dem primären Strom derselben entgegengesetzt ist, wird durch diese Versuche factisch erwiesen. Bei der von mir gewählten Einrichtung wurde ohne Zweifel ein grosser Theil desselben zum Durchlaufen des Multiplicatordrahts disponirt, da die ihn auffangenden Platindrähte den Metallplatten so dicht anlagen; er gab sich indess auch vollkommen deutlich zu erkennen, als ich, bei geschlossener Kette, diese Platindrähte an beliebigen anderen Stellen in die Flüssigkeit einsenkte, und zwar am stärksten in der Nähe des negativen, am schwächsten dagegen in der Nähe des positiven Metalls, was sich daraus erklärt, daß der elektro-negative Bestandtheil der Flüssigkeit unmittelbar nach seiner Absonderung aus derselben sich mit dem positiven Metall vereinigt, der elektro-positive Bestandtheil derselben aber eine solche Vereinigung mit dem negativen Metalle nicht eingeht, sondern sich an dieses im freien Zustande anlagert.

Für die Richtigkeit dieser Ansicht hat mir die Anwendung der Reactionspapiere den überzeugendsten Beweis geliefert. Ich klebte nämlich an das Kupferplättchen der Kette ein Stückchen Curcumäpapier, an das

Zinkplättchen ein Stückchen Lackmuspapier, und füllte das Cylindergläschen mit verschiedenen Lösungen (von Glaubersalz, Jodkalium etc.). So lange die Kette ungeschlossen war, erlitt keines dieser Papiere eine Farbenveränderung; diese trat aber sofort nach der Schließung derselben beim Curcumäpapiere, welches gebräunt wurde, aber nicht beim Lackmuspapier ein.

Ich bemerke noch, dafs, wenn ich die Kette auf die vorhin erwähnte unvollkommene Weise durch metallische Verbindung der beiden Platindrähte schlofs, zwischen diesen zwei andere Platindrähte in die Flüssigkeit einsenkte und mit dem Multiplicator verband, auch dann, ungeachtet der geringen Intensität des primären Stroms, der durch denselben hervorgerufene secundäre Strom an der Bewegung der Multiplicatornadel mit Sicherheit zu erkennen war. Und wenn die Action der Kette sehr kräftig war, bewirkte diese zweite Drahtverbindung zuweilen eine zweite directe Leitung; auch zeigte sich dabei zuweilen anfangs der secundäre Strom, der aber dann gewöhnlich plötzlich dem primären weichen mußte.

2) Die theilweise Wiederherstellung der ursprünglichen Wirkung einer geschlossenen galvanischen Kette durch eine kurze Oeffnung ihres Schließungsbogens, so wie durch ein Emporheben der Metallplatten (besonders der negativen) aus der Flüssigkeit erklärt sich befriedigend daraus, dafs dadurch die Sonderung des flüssigen Leiters in heterogene, an einander gränzende Flüssigkeiten zum Theil wieder aufgehoben wird, indem besonders der ausgeschiedene electro-positive Bestandtheil sich wieder mit dem unzersetzten Theil der Flüssigkeit vermischt.

3) Wahrscheinlich sind alle, bei hydro-elektrischen Combinationen auftretenden sogenannten Ladungserscheinungen, auch diejenigen, welche Ritter's Ladungssäule darbietet, auf dasselbe Princip zurückzuführen.

4) Auch die in neuester Zeit so viel besprochenen, bei der Einwirkung von Säuren auf Metalle hervortre-

tenden sogenannten Passivitätserscheinungen sind vermuthlich aus einer dabei stattfindenden elektro-chemischen Zersetzung der diluirten oder concentrirten Säuren abzuleiten. Andrews faßt die Erscheinungen, die sich auf das Verhalten der Säuren dabei beziehen, in folgenden Ausdruck (Annal. Bd. XXXV S. 129) zusammen: Der Contact eines elektro-negativen Metalls erhöht die gewöhnliche Wirkung einer Sauerstoffsäure auf ein elektro-positives Metall, wenn die Säure so verdünnt ist, daß das letztere Metall durch Wasserzersetzung oxydirt wird; dagegen verzögert oder vernichtet er diese Wirkung, wenn die Säure so concentrirt ist, daß jenes Metall durch Zersetzung der Säure selbst oxydirt wird. Im ersten Falle nämlich bewirkt der vom positiven Metall durch die Flüssigkeit zum negativen Metall übergehende elektrische Strom fortwährend eine Trennung der Säure vom Wasser und eine Anlagerung ersterer an das positive Metall, welche das gebildete Oxyd rasch auflöst; im letzten Falle dagegen fällt nicht nur dieses weg, indem bloß der Sauerstoff der durch den elektrischen Strom zersetzten Säure an das positive Metall tritt, sondern es wirkt der Verwandtschaft des Metalls zum Sauerstoff der Säure auch noch die Verwandtschaft des Radicals der Säure zu demselben entgegen, welche viel stärker ist, als die Verwandtschaft zwischen dem Sauerstoff und dem Wasserstoff im Wasser. Die bleibende Aenderung der Oberfläche des positiven Metalls scheint zu ihrer Aufklärung noch einer besonderen Untersuchung zu bedürfen; das Vorhandenseyn von etwas Fremdartigen an solchen unthätig gemachten Metalloberflächen möchte ich einstweilen, wenngleich es äußerlich nicht sichtbar seyn sollte, nicht bezweifeln.

Obgleich nicht eigentlich zum vorliegenden Gegenstande gehörig, verdienen doch wohl die concentrischen Farbenringe hier erwähnt zu werden, welche auf Metallplatten entstehen, wenn elektrische Entladungsfunken

von einer Metallspitze an diese Platten überspringen; dieselben dürften nämlich mit der dabei stattfindenden Erzeugung von Salpetersäure im Zusammenhange stehen.

Schließlich will ich noch erwähnen, daß die Zersetzung der Jodkaliumlösung mittelst gemeiner Elektrizität sich sehr schön in einer damit gefüllten kleinen Uförmigen Glasröhre darstellt. Werden die Enden der beiden, die Elektrizität leitenden Platindrähte in die Lösung eingetaucht, so sieht man nach einer gehörigen Zahl von Umdrehungen der Maschine das Ende des Zuleitungsdrahts von einer gelben Flüssigkeit (Jodwasserstoffsäure) umgeben, während an dem Ende des Ableitungsdrahts *keine* Färbung entsteht. Verbindet man hierauf die Platindrähte mit dem Multiplicator, so erfährt dessen Nadel eine bedeutende Ablenkung in der zu erwartenden Richtung. Läßt man die Enden der Platindrähte die Lösung *nicht* berühren, sondern nur einige Millimeter davon abstehen, so bewirkt die alsdann durch die Bewegung der Maschine erzeugte Salpetersäure in beiden Schenkeln der Glasröhre eine rasch zunehmende ansehnliche Ausscheidung von Jod als Jodwasserstoffsäure.

---

V. *Ueber die Eigenschaften der gebundenen Elektrizität; von K. W. Knochenhauer in Meiningen.*

---

Nachdem Hr. Dr. Riefs aus seinen sinnreichen und mit Leichtigkeit zu wiederholenden Versuchen (Annalen, Bd. XXXVII S. 642, vergl. Dove's Repert. Bd. II S. 29) das schon von andern Physikern aufgestellte Gesetz, daß zwei mit gebundener Elektrizität geladene Körper sich gegenseitig abstossen, von Neuem hergeleitet und gegen abweichende Ansichten in Schutz genommen hat, mag



es in der That mißlich erscheinen, wenn ich auf denselben Gegenstand hier noch einmal zurückzukommen mir erlaube. Allein die Wichtigkeit, welche eine so oder anders gestellte Ansicht über die Wirkungsweise der gebundenen Elektrizität für die ganze Elektrizitätslehre hat, in der doch die Induction eine gar bedeutende Rolle spielt, muß es entschuldigen, daß ich die Gründe anzugeben versuche, welche mich an der Richtigkeit der aus den Experimenten gezogenen Folgerungen noch zweifeln lassen.

Mein Bedenken wurde zuerst bei dem Versuche rege, daß bei einer geladenen Leidner Flasche zwei der Außenfläche genäherte, an leinenen Fäden hängende Sonnenblumenmark-Kügelchen in keiner Entfernung zur Divergenz gebracht werden konnten. Wollte ich mich hierbei auch mit der Erklärung begnügen, daß die Kügelchen von der inneren und äußeren Fläche der geladenen Flasche her entgegengesetzten Wirkungen ausgesetzt wären, und daß, wegen der großen Nähe beider Flächen, die bei verschiedenen Abständen nicht ganz gleichen Wirkungen nur nicht sichtbar zu werden vermöchten, so schien mir doch diese Erklärung bald nicht mehr genügend. Ich machte nämlich einen Harzkuchen elektrisch, spannte über ihn in beliebigen Abständen ein Stanniolblatt aus, und nahm durch Berührung desselben mit dem Finger die freie negative Elektrizität fort; näherte ich diesen Apparat den beiden an leinenen Fäden aufgehängten Kügelchen von unten her, geschah dieß schneller oder langsamer, auf keine Weise und in keiner Entfernung zeigte sich eine Divergenz an den Kügelchen <sup>1)</sup>. Daß auch jetzt noch bei weiterem Abstände der negativen Elektrizität auf dem Harzkuchen und der

1) Um dem freilich ganz unstatthaften Einwurfe zu begegnen, daß der Erfolg fehlte, weil die Kügelchen selbst elektrisch waren, ließ ich sie mit gebundener positiver Elektrizität divergiren; auch hier blieben sie in ihrer einmal angenommenen Stellung.

positiven auf dem Stanniolblatte von beiden Flächen immer ganz gleiche Wirkungen auf die Kügelchen entstehen sollten, konnte ich mit keinem Gesetze vereinigen, welches man über die elektrische Anziehung aufstellen möchte.

Um also der Sache durch einen Versuch näher zu kommen, prüfte ich zuerst den elektrischen Zustand des Nichtleiters, welcher die beiden geladenen Flächen von einander trennt. Ich belegte zu diesem Behufe eine Glas-tafel von beiden Seiten mit Stanniol und lud dieselbe; nahm ich hierauf die Stanniolbelegung fort, und untersuchte die beiden Seiten der Tafel, indem ich sie nach einander unter die aufgehängten Kügelchen hielt, so wichen sie das eine Mal mit gebundener positiver, von der andern Fläche mit gebundener negativer Elektricität aus einander, und es ergab sich deutlich, daß diejenige Glasfläche, auf welcher das positiv geladene Stanniolblatt gelegen hatte, positive, die andere negative Elektricität enthielt. Noch leichter ergab sich dieses Resultat wenn ich die abgewandte Glasfläche mit der ganzen Hand berührte, während ich die andere prüfte; offenbar ward jetzt die ganze, auf der zu untersuchenden Fläche enthaltene Elektricität frei, und erzeugte somit die größere Wirkung. Mag hiernach der Zustand des Glases in seinem Inneren auch irgendwie beschaffen seyn, um dadurch die Wirkung der entgegengesetzten Elektricitäten auf einander zu ermitteln, so ist doch nach außen hin keine andere Elektricität wirksam, als die sich auf der Oberfläche anhäuft; diese ist aber gleich mit der in der Belegung, und somit hat die Belegung für uns keinen andern Werth, als die Oberfläche des Glases oder des Nichtleiters überhaupt leitend zu machen, um dadurch die Verbreitung der mitgetheilten Elektricität und das gegenseitige Binden zu erleichtern.

Nach diesem vorläufigen Versuche legte ich über den elektrisirten Harzkuchen statt des Stanniolblattes eine

Glasscheibe, bald in dieser, bald in jener Entfernung, wartete ab bis sich die Oberfläche des Glases mit gebundener positiver Elektricität vollständig geladen hatte, wobei es gut war, über das Glas her mit einem Stanniolblatte zu fahren, und stellte nun diesen Apparat gerade wie früher unter die aufgehängten Kügelchen; auch hier erfolgte keine Divergenz. Hob ich aber nur etwas die Glasscheibe, sogleich gingen die Kügelchen mit gebundener negativer Elektricität aus einander, und kamen erst nach einiger Zeit wieder zurück; legte ich die Glastafel in ihre vorige Stellung, so fuhren die Kügelchen wieder aus einander, doch diesmal mit gebundener positiver Elektricität; nach Verlauf einiger Zeit kamen sie von Neuem zur Ruhe. Je gereinigter die Glastafel war und je schneller man mit ihr selbst die leisesten Bewegungen ausführte, desto kräftiger fuhren die Kügelchen aus einander, und desto länger verharrten sie in dieser Stellung.

Wie man diesen Versuch aus dem Satze herleiten will, daß gebundene Elektricität eben so wie freie anziehe und abstofse, sehe ich nicht wohl ab. Denn ist die Glastafel mit gebundener positiver Elektricität erfüllt und hat sie auch auf dem Harzkuchen einen entsprechenden Theil negativer gebunden, so zeigt sich keine Wirkung auf die Kügelchen, sie mögen nun in dieser oder jener Entfernung stehen, sie mögen selbst schon elektrisch oder nicht elektrisch seyn; wie man aber die Glastafel allein etwas bewegt und dadurch einen Theil ihrer bisher gebundenen positiven Elektricität frei werden läßt, sogleich ist eine Wirkung da. Offenbar behält hier der Harzkuchen und die Glastafeln nach der schnellsten Bewegung noch die gleiche Menge an Elektricität (denn gerade je schlechter das Glas leitet, desto sicherer ist der Erfolg); der einzige Unterschied ist nur der, daß jetzt ein Theil der vorher gebundenen Elektricität frei wird und die beobachtete Wirkung hervor-

bringt. Legt man die Glastafel zurück, so hat sie im Anfange noch nicht diejenige Menge positiver Elektricität, welche der Harzkuchen binden kann, und dann wirkt seine freie negative Elektricität durch die Glasscheibe hindurch und treibt die Kügelchen mit gebundener positiver aus einander. Ich folgere daher aus diesen Versuchen erstens, daß wenn zwei entgegengesetzte Elektricitäten sich je nach ihrer Distanz vollständig binden, sie alle Wirkung nach außen verlieren und allein in Beziehung auf einander stehen, die vorzüglich als gegenseitige Anziehung sich äußert; zweitens, daß der Ueberschuß von freier Elektricität, der sich auf der einen Seite findet und nach außen wirkt, seine Wirkungssphäre nach der zweiten Fläche zu, auf der nur gebundene Elektricität vorhanden ist, nicht über dieselbe hinaus erstreckt; denn im entgegengesetzten Falle würde er noch mehr Elektricität binden, bis seine Wirkung nach dieser Seite getilgt wäre. In dem Zwischenraum zwischen beiden Flächen ist dagegen die Wirkung der freien Elektricität noch vorhanden; denn bringt man durch eine Oeffnung in der Glasscheibe oder im Stanniolblatte die beiden Kügelchen dem Harzkuchen näher, so divergiren sie.

Es bleibt mir jetzt nur noch übrig, aus den so eben aufgestellten Folgerungen die Divergenz der Kügelchen bei gebundener Elektricität zu erklären. Nimmt man wieder zwei leichte Kügelchen an leinenen Fäden und setzt unter sie den elektrischen Harzkuchen, so divergiren sie sehr stark und weichen noch mehr aus einander, wenn man einen dritten Körper zwischen sie einschiebt. Dieser letzte Umstand ist ziemlich natürlich, und ich führe ihn nur an, weil er mich gelehrt hat, wie vorsichtig man gerade hier mit den hergebrachten Begriffen von Leitern und Nichtleitern umgehen müsse, wenn man sich nicht täuschen will; ich bemerkte nämlich bald, daß die Kügelchen dem Anscheine nach ganz gleich aus einander

wi-

wichen, ich mochte zwischen sie einen Leiter, oder eine Glas- oder Siegellackstange einschieben; wurde der erstere nun mit gebundener positiver Elektricität geladen und stiefs deshalb die Kugelchen fort, so würde man dies doch kaum bei den Nichtleitern vermuthen. Allein die Erfahrung belehrte mich, dafs Glas- und Siegellack fast eben so schnell mit positiver Elektricität geladen waren, da sich dies augenscheinlich zeigte, als ich sie einem isolirten, positiv elektrischen Kugelchen näherte; sie stiefsen es zurück und behielten diese Eigenschaft ziemlich lange Zeit, Siegellack natürlich am längsten. Denselben Erfolg habe ich auch auf folgende Weise bekommen: Ich befestigte eine Glasröhre in senkrechter Stellung an ihrem oberen Ende, hing parallel zu ihr an einem seidenen Faden eine leichte negativ geladene Kugel in solcher Entfernung auf, dafs sie gegen das untere Ende der Glasstange nicht anschlug; bewegte ich nun von oben her eine geriebene Siegellackstange am Glasstab auf der der Kugel entgegengesetzten Seite herunter, so wich diese ab, wie ich aber über das untere Ende der Glasröhre hinaus kam, schlug die Kugel schnell gegen sie heran; also brachte die negative Elektricität im Siegellack eine vertheilende Wirkung auf den Glasstab hervor.

Doch ich kehre zur beabsichtigten Erklärung zurück. Es mögen sich nun die beiden Kugelchen noch neben einander über dem elektrischen Harzkuchen befinden; die negative Elektricität desselben bindet in beiden positive Elektricität, und diese bindet wieder einen Theil der negativen in dem Harzkuchen. Dieses gegenseitige Binden wird mit wachsendem Abstände, wie bekannt ist, schwächer. Wir wollen, um eine Gränze zu setzen, die Wirkungssphäre auf dem Harze vom linken Kugelchen  $a$  durch den Kreis  $A_1 A_2 A_3 A_4$ , Fig. 1 Taf. III, bezeichnen, und den Wirkungskreis vom rechten Kugelchen  $b$  durch den Kreis  $B_1 B_2 B_3 B_4$ . Von jedem die-

ser Kreise geht die bindende Wirkung auf die Kügelchen aus, und umgekehrt binden diese auf dem Harzkuchen negative Elektrizität, so viel und so weit sie es vermögen. Mit diesem gegenseitigen Binden ist ferner die gegenseitige Anziehung verbunden. So weit sich nun aber die Elektrizitäten gebunden halten, sollen sie, nach meiner oben ausgesprochenen Ansicht, für alle andere Körper außer Wirkung gesetzt seyn; sofern also  $A_1, A_2, A_3, A_4$  mit  $a$  und  $B_1, B_2, B_3, B_4$  mit  $b$  in diesem Verhältnisse steht, sofern ist weder der eine Wirkungskreis für den andern, noch dieser für jenen vorhanden; da aber beide Kreise in einander eingreifen, so wird in dem gemeinschaftlichen Raume  $B_1, A_2, B_2, A_3, B_3, A_4$ , weder  $a$  noch  $b$  allein binden und von ihm gebunden werden, sondern halb der eine, halb der andere; nur von  $A_1, A_2, B_1, B_4$  geht die Wirkung auf  $a$  allein, und eben so von  $B_2, B_3, B_4, A_3$  auf  $b$  allein und umgekehrt. Wie das gegenseitige Binden, so ist auch die gegenseitige Anziehung, folglich wird  $a$  von seinem Kreise mehr von  $A_1, A_2, B_1, A_4$ ,  $b$  mehr von  $B_2, B_3, B_4, A_3$ , denn von dem andern Theile angezogen, da sich dort beide Wirkungen etwa auf die Hälfte reduciren. Beide Kugeln folgen dem stärkeren Zuge und divergiren; je mehr sie aber divergiren, desto mehr trennen sich ihre Wirkungskreise und desto schneller werden sie wieder aus einander getrieben. Man kann dieses Resultat auch kurzweg so ausdrücken, daß beide Kügelchen eine Stelle einnehmen, in der die größtmögliche Menge Elektrizität gebunden werden kann, so daß dieser Umstand, mit Rücksicht auf die Schwere der Kügelchen, die Lage des Gleichgewichtes bedingt.

Ich könnte noch manche Versuche beibringen, die mich in meiner Ansicht befestigt haben, doch ich will nur noch einige berühren. Spannt man über den elektrischen Harzkuchen in beliebiger Entfernung ein Stanniolblatt aus, das mit einer genügend breiten Längsspalte versehen ist, und hängt in dieselbe die beiden Kügel-

chen, so werden sie, weder wenn sie gerade in der Spalte, noch wenn sie in größserer Entfernung vom Harzkuchen stehen, divergiren; dennoch enthalten beide gebundene Elektricität, und haben allen Raum, um aus einander zu treten. Nach meiner Erklärung sind aber die Elektricitäten durch das Stanniolblatt gebunden, und wenn auch durch die Spalte das Binden nicht ganz vollständig seyn sollte, so ist doch die daraus entstehende Wirkung zu gering, um beobachtet zu werden. Kommen die Kügelchen unter die Spalte, so divergiren sie, wie es seyn muß. Bei einem andern Versuche bog ich einen hinlänglich breiten Metallstreifen rechtwinklig um, und hing neben den senkrechten Schenkel so ein Kügelchen, dafs es nach unten durch den andern Schenkel gedeckt ward; brachte ich jetzt unten hin eine geriebene Siegellackstange, so trat die Kugel nicht eher vom Metallstreifen zurück, als bis die Linie von ihr zur Siegellackstange nicht mehr durch den horizontalen Schenkel hindurchging. Die gebundene Elektricität sollte doch wohl hier in mehreren Stellungen gleich gewesen seyn. Reibt man drittens eine Siegellackstange nur an einer ihrer scharfen Ecken und hält sie unter die beiden vorigen Kügelchen, so bleiben sie beide an einander; zwar werden hier beide von demselben Punkte angezogen, aber doch müssen sie nach der andern Ansicht mit ihrer gebundenen Elektricität, wenn auch nur um ein Weniges, divergiren.

---

VI. *Ueber thermo-elektrische Säulen;*  
 von G. W. Muncke.

---

Die thermo-elektrischen Säulen sind zwar gegenwärtig sehr allgemein bekannt, und über ihre Construction, eben

wie über ihre Wirkungen, kann nicht leicht etwas Neues gesagt werden; so wie aber früher über die verschiedenen Arten die Reibungs-Elektrisirmaschinen am vortheilhaftesten zu construiren, viel geschrieben ist, wird es auch gegenwärtig erlaubt seyn, zweckmäßige Methoden der Herstellung solcher interessanten elektrischen Apparate zu beschreiben, und ich hoffe daher, daß die nachfolgenden Zeilen beim Publicum Entschuldigung finden werden.

So viele Schwierigkeiten sich meinen Bemühungen entgegenstellten, kräftig wirkende magneto-elektrische Maschinen zu construiren, eben so leicht ist es mir geworden, die thermo-elektrischen Apparate herzustellen, und ich erlaube mir eine in's Einzelne gehende Beschreibung des dabei angewandten Verfahrens hier mitzutheilen, damit Andere so viel leichter und mit geringerem Aufwande von Mühe und Kosten das gewünschte Ziel erreichen mögen. Nach meinen Erfahrungen ist die Masse der verbundenen Elemente von Antimon und Wismuth nicht sehr bedeutend, doch scheint mir auch diese von einigem Einflusse auf die Quantität der erzeugten Elektricität zu seyn, was durch weitere genau vergleichbare Versuche auszumitteln wäre; dagegen gewährt die Menge der einzelnen Verbindungen allerdings entschiedenem Vortheil. Nach einigen vorausgegangenen Proben setzte ich aus 48 Stangen Antimon und eben so vielen Wismuth eine Säule zusammen, die aus 6 Reihen, jede zu 8 Paaren, bestand. Rechnet man die drei Verbindungsstücke an jeder Seite hinzu, wodurch je zwei Reihen vereinigt sind, so hat jede Fläche der Säule 54 Löthstellen, die des Drahtes mitgerechnet, welcher zum Multiplicator führt. Diese Säule setze ich in ein Gefäß von Weisblech, dessen Fläche nach beiden Dimensionen um 5 Lin. größer ist, als die der Säule, und welches außerdem einen etwa 3 Linien hohen Rand hat. Wird in dieses Gefäß Wasser gegossen, worin man zugleich einige Eisstückchen



wirft, so darf man die Temperatur der Löthstellen dieser unteren Fläche, wenn man die stets herbeiströmende Wärme berücksichtigt, im Mittel zu etwa 2° bis 3° C. annehmen. Nimmt man Schnee statt des Wassers und legt den Apparat darauf, so wird die Temperatur noch etwa 1° bis 2° geringer seyn. Zur Erwärmung der oberen Fläche bediene ich mich einer 8 Par. Lin. dicken eisernen Platte, die ich weit über die Siedhitze erwärme, meistens so stark, daß daran gehaltenes Papier verkohlt wird, und die ich auf die obere Fläche lege; nach meiner Erfahrung bei weitem das zweckmäßigste Mittel der Erwärmung für diesen Zweck. Man darf dabei nicht fürchten, daß die Löthstellen oder das Wismuth schmelzen möge, denn bei so massiven Apparaten würde dieses selbst durch eine rothglühende Platte nicht bewerkstelligt werden, und außerdem wird man von dieser, die Säule zerstörenden, Wirkung durch einen starken Geruch des verdampfenden Kolophoniums der Löthstellen zeitig genug gewarnt. Diese Säule mit dem aus einem 48 Fufs langen, 15 Lin. breiten Kupferstreifen, länglich um ein Brettchen gewundenen Inductions-Multiplicator verbunden, giebt beim Oeffnen der Kette stets einen bei Tage vollkommen sichtbaren, grünlich brillantenen Funken.

Ungleich wichtiger scheint mir ein zweiter größerer Apparat, dessen Verfertigung und Wirkung zu kennen vielleicht nicht ohne Nutzen seyn dürfte. Aus so reinem Antimon, wie man dieses aus guten Materialhandlungen erhält, und aus Wismuth liefs ich mir in eisernen Formen 27 Lin. lange, 5 Lin. breite und 4 Lin. dicke Stangen gießen, die aus einem guten Gusse meistens ganz brauchbar hervorgehen, außerdem aber mit der Feile leicht etwas nachgeholfen werden. Um sie zusammenzulöthen mache ich an beiden Enden der Antimonstangen an ihren entgegengesetzten Seiten eine geringe Schrägung, was mit einer Feile sehr schnell bis

zur Ausdehnung von etwa 2,5 Lin. bewerkstelligt wird. Auf diese blank gefeilten Stellen der Antimonstangen streue ich ein wenig Kolophonimpulver, fasse die Stange zwischen Papier, halte jedes Ende nach einander in die Weingeistflamme und überziehe die Löthstelle mit etwas reinem Zinn, indem ich sie mit diesem in dünne und schmale Bleche gegossenen Metalle reibe, bis es dünn und gleichmäſig darüber geschlossen ist (das gewöhnliche Verzinnen der Blecharbeiten). Demnächst lege ich einen genau gearbeiteten hölzernen, scharf zulaufenden Keil von einer Linie Dicke am einen Ende, und 3,5 bis 4 Lin. kürzer als die zwei zu vereinigenden Stangen, zwischen diese, drücke sie in einer Papierhülle etwas gegen einander, und erhitze das Ende der Antimonstange, als schwerer schmelzbar, in der Weingeistflamme, bis beide zusammengelöthet sind, was wegen der leichten Schmelzbarkeit des Wismuths sehr leicht erfolgt, ohne dafs es eines andern Hilfsmittels bedarf, als nur die Löthstelle des letzteren Metalls vorher blank zu schaben, oder besser etwas zu feilen. Sind auf diese Weise alle Paare vereinigt, so stelle ich sie aufrecht gegen ein festes Klötzchen, worüber sie etwa 6 Lin. hinausragen, drücke die zu vereinigenden Paare mit einem andern Klötzchen an, um alle in eine Ebene zu bringen, und während ein Gehülfe den Löthkolben auf das Antimon hält, um dieses wieder mit dem Wismuth zusammenzulöthen, drückt ein anderer beide Stangen, zwischen denen abermals der oben genannte Keil liegt, mit einer hölzernen Stange zusammen. Die letztere besteht einfach aus zwei zugeschärften Blättchen von hartem Holze, die durch ein zwischenliegendes Klötzchen genau um die Dicke beider Metallstücke abstehen, und hinlänglich federn, um beide Flächen gerade zu vereinigen.

Im Ganzen scheint mir die Anwendung des Löthkolbens, obgleich etwas zeitraubend, doch bei diesem letzteren Verfahren zweckmäſiger zu seyn, als die Flamme

der Weingeistlampe mit dem Löthrohre gegen das Antimon zu blasen, welches Verfahren man jedoch gleichfalls anwenden kann. Will man den Apparat sauberer haben, so kann man die Löthstellen auf beiden Seiten dieser vereinigten Reihen eben feilen, indem man sie zwischen den beiden genannten Klötzchen festhält. Sind auf diese Weise die erforderlichen Reihen hergestellt, so werden die Zwischenräume mit Gyps ausgefüllt, beide flache Seiten der ganzen Reihen mit einer dünnen Lage Gyps überzogen, und so auf einander festgeklebt, daß man zuletzt einen vierkantigen Körper erhält, wobei nur dahin zu sehen ist, daß die ungelötheten Enden des nämlichen Metalles, das eine oben, das andere unten zu liegen kommen, worauf dann beide durch ein schräg daran gelöthetes Stück des andern Metalles vereinigt werden. Ist letzteres Antimon, dessen Enden dann schon verzinnt sind, so bedient man sich am besten der Weingeistflamme, die man gegen die zu löthende Stelle bläst, während ein Gehülfe die Antimonstange andrückt, hat man aber eine Wismuthstange festzulöthen, so ist die Anwendung des Löthkolbens, den man auf das Antimon-Ende setzen muß, geeigneter. Endlich löthet man vermittelst der Weingeistlampe an die beiden Pole (die beiden noch nicht mit andern verbundenen Enden der ersten Wismuth- und der letzten Antimon-Stange) einen Kupferdraht von fast 1 Lin. Durchmesser, ebnet die Flächen mit aufgetragenem Gyps, läßt den so hergestellten Apparat trocknen, und überzieht ihn mit Schellack in Alkohol aufgelöst, um das Aufweichen des Gypsens durch Wasser zu verhüten.

Die von mir auf die angegebene Weise gefertigte Säule ist 28 Lin. hoch, 5 Zoll 5 Lin. breit und 8 Zoll 3 Lin. lang, besteht aus 9 neben einander liegenden Reihen, jede von 9 Paaren; sie hat also auf jeder ihrer breiten Flächen, wenn die 8 verbindenden Stangen beider Seiten und die Kupferdrähte mitgerechnet werden,

90 Löthstellen. Die ausnehmende Empfindlichkeit dieser großen Metallmasse ist in der That überraschend, und ruft unwillkürlich die Idee hervor, die ganze Erde für eine thermo-magnetische Säule zu halten. Ich legte den Apparat auf ein eigends für denselben bestimmtes Tischchen, und setzte die Drahtenden mit den aufgesteckten Enden eines Multiplicators von 80 Windungen in Verbindung, dessen Doppelnadel durch geringe Ungleichheit beider Nadeln nicht ganz astatisch ist. In dem geheizten Zimmer konnte die Temperatur für einen so empfindlichen Apparat nicht stets gleich seyn, sondern es mußte ein periodisch wechselnder Unterschied der Wärme des Tischchens und der umgebenden Luft stattfinden, wodurch eine unausgesetzte Abweichung der Magnetnadel nach der einen oder der entgegengesetzten Seite bewirkt wurde, die bis 40, ja bis 60 Grade stieg; das Anhauchen oder die momentane Berührung der Oberfläche mit der flachen Hand, selbst nur mit einem Finger, brachte eine starke, kurzdauernde Abweichung hervor, und es ist also klar, daß man auf diese Weise, namentlich im Winter, z. B. durch Anlegen der einen Fläche an die Fensterscheibe eines geheizten Zimmers, einen beständigen elektrischen Strom und unter sorgfältiger gewählten Umständen selbst einen von stets gleicher Stärke erhalten könne, wie man diese gegenwärtig zu einigen interessanten Untersuchungen zu haben wünscht.

Zur Erlangung stärkerer Wirkungen bediene ich mich eines dem oben beschriebenen gleichen Gefäßes von Weißblech mit aufstehendem Rande, in welches Wasser geschüttet wird, um die hineingelegte untere Fläche auf einer niedrigen Temperatur zu erhalten; zur Erwärmung der oberen Fläche gebrauche ich statt einer erhitzten Eisenplatte, die bei diesem Apparate leicht zu groß und zu schwer seyn möchte, eine dünne Kupferplatte mit aufstehendem, etwa 3 Lin. hohen Rande, auf die ich glühende Kohlen lege. Das Schmelzen des Lo-

thes hierdurch hat man auch bei stärkster Hitze nicht zu fürchten, selbst wenn man die Kohlen stark anblasen wollte, und außerdem würde, wie bereits gesagt, der Geruch nach Kolophonium gegen Beschädigung des Apparats Sicherheit gewähren.

Zu diesem thermo-elektrischen Apparate, oder besser zu dieser zusammengesetzten thermo-elektrischen Säule, gehört ein Inductions-Multiplikator aus 20 zusammenge-  
lötheten Kupferstreifen, deren ganze Länge etwa 110 Fufs bei einer Breite von 15 Linien beträgt. Sie sind um einen Cylinder aus weichem Eisen von 18 Lin. Höhe und 21 Lin. Durchmesser so gewickelt, dafs der Cylinder zuerst eine dreifache Lage dünnen Papiers und dann eine hölzerne Kapsel von etwa 1 Lin. Dicke umgiebt. Zur Isolirung der Windungen genügt bekanntlich blosses Papier, wie dieses unter andern namentlich durch Magnus nachgewiesen ist, indess zog ich, aus Rücksichten auf äufsere Eleganz und mögliche anderweitige Anwendungen, vor, den Kupferstreifen ganz mit seidenem, etwa 16 Lin. breiten Bande zu umwickeln, wonach also jede metallische Lage von der andern durch zwei dünne Lagen Taffent isolirt ist. Die beiden hervorstehenden, beim Anfange und nach der Beendigung der rechtwinklich umgebogenen und wieder flach geklopften Enden des Kupferstreifens wurden mit aufgelötheten Kupferdrähten versehen, deren amalgamirte Enden in kleine Näpfchen mit Quecksilber tauchen, in welche die Polardrähte der Säule gleichfalls gesenkt werden.

Bei den ersten Versuchen konnte ich kein Eis erhalten, und mufste mich daher mit Wasser behelfen, dessen Temperatur beim Eingiefsen  $8^{\circ}$  C. betrug, indess stieg dieselbe bald bis  $10^{\circ}$  und endigte mit  $14^{\circ}$  C., die Wärme der oberen Fläche erreichte durch die aufgelegte kupferne Pfanne mit Kohlen, nach Schätzung, nicht ganz die Hitze des siedenden Wassers, weil die Mittheilung derselben von der allerdings sehr heifsen Kupferplatte

an die dicke Metallmasse schwierig ist; inzwischen unterliegt es keinem Zweifel, daß diese Temperatur, und eine noch höhere, durch mehr und stärker glühende Kohlen leicht erreichbar seyn würde. Beim Schliessen der Kette zeigte sich kein Funke, und auch diese Säule ist also bei dem angegebenen Temperatur-Unterschiede beider Flächen zu schwach, um durch den erzeugten thermoelektrischen Strom eine Verbrennung des Quecksilbers zu bewirken, auch war eine Empfindung auf der Zunge nicht merklich wahrnehmbar, indem die Angaben der verschiedenen Zeugen dieses Versuches ungleiche Resultate hierüber gaben; war dagegen die Verbindung mit dem beschriebenen Inductions-Multiplicator hergestellt, so zeigte sich beim Oeffnen der Kette jederzeit ein mit grünlichem Lichte lebhaft glänzender und hörbar knisternder Funke. Wurden zwei Kupferdrähte in das Quecksilber der beiden Näpfschen getaucht, und die anderen Enden derselben zwischen den mit etwas gesäuertem Wasser benetzten Fingern gehalten, so empfand man bei jedem Oeffnen der Kette eine merkliche Erschütterung, noch weit stärker aber war dieselbe, wenn man die Zunge mit den reinen Drahtenden in Berührung brachte. Der eiserne Cylinder endlich zeigte sich beim Schliessen der Kette so stark magnetisch, daß seine obere Fläche eine nebenstehende Magnetnadel mit großer Heftigkeit anzog und stark festhielt, beim Oeffnen der Kette dagegen flog die Spitze der Nadel sogleich wieder zurück.

Hiernach unterliegt es also keinem Zweifel, daß durch den elektrischen Strom einer solchen Säule auf gleiche Weise kräftige Magnete aus weichem Eisen erzeugt werden können, als man dieses durch den hydro-elektrischen Strom bewerkstelligt, desgleichen daß derselbe, durch einen Inductions-Multiplicator verstärkt, Metall zu verbrennen und einen physiologischen Reiz der Nerven zu verursachen vermag. Es darf jedoch nicht übersehen werden, daß der letztere Strom nicht eigentlich der ur-

sprüngliche, sondern ein durch Hülfe des Multiplicators erzeugter Inductionsstrom ist.

Weitere Versuche mit diesem Apparate haben mich zu einigen sonstigen, nicht uninteressanten, Resultaten geführt. Zuvörderst will ich bemerken, daß ich bei einer abermaligen Construction desselben die Länge der Metallstäbe zwar beibehalten, ihre Dicke aber auf die Hälfte herabsetzen, und dagegen die doppelte Anzahl von Elementen vereinigen würde, wodurch, ohne übermäßige Gröfse des Ganzen, die Wirkungen sehr merklich zunehmen müßten. Inzwischen bin ich auch bei dem Beschriebenen ausnehmend über die ungemein starke magnetische Wirkung überrascht, welche der thermo-elektrische Strom hervorruft, und ich möchte hieraus die Folgerung ableiten, daß man sich desselben am sichersten und bequemsten zur elektrischen Telegraphie bedienen könne, da es durchaus nicht schwierig ist, einen solchen ohne Unterbrechung und von stets gleicher Stärke zu erhalten, was mindestens beim hydro-elektrischen überall kaum zu erreichen steht. War die untere Fläche des Apparates etwa 8° C. warm, und wurde auf die obere eine die Siedhitze nur wenig übersteigende, etwa zwei Dritttheile der ganzen Fläche bedeckende eiserne Platte gelegt, so erhielt die einfache Magnetnadel in einem Multiplicator von nahe 80 Windungen eine bleibende Abweichung von fast 90 Graden, so weit sich dieser Winkel durch Schätzung bestimmen liefs, ein Resultat, welches durch Poggendorff's schätzbare Untersuchungen über diesen Gegenstand <sup>1)</sup> seine Erklärung findet. Dagegen fand ich die Intensität des elektrischen Stromes, sofern diese sich durch chemische Wirkungen äußert, ausnehmend schwach. Lag der Apparat auf Schnee, welcher durch die Wärme des Zimmers zum allmäligen Schmelzen kam, während die obere Fläche vermittelt der Platte mit Kohlen ungefähr auf der Siedhitze des

1) Diese Annalen, Bd. XXXV S. 353 ff.

Wassers erhalten wurde, so zeigte sich keine Spur von Gasentwicklung an den Drahtenden, wenn diese in gesättigtes Salzwasser tauchten, ja es war kaum eine Abweichung der Magnethadel wahrnehmbar, wenn der elektrische Strom mittelst zweier Drähte durch reines Wasser geleitet wurde; bei der Anwendung von Salzwasser betrug die bleibende Abweichung der einfachen Nadel im genannten Multiplicator etwa 10 bis 12 Grade. Hieraus ergibt sich also, dafs der, wenn gleich schwache, thermo-elektrische Strom allerdings die besser leitenden Flüssigkeiten durchdringt, und somit auch diejenigen schwachen chemischen Wirkungen erzeugen mufs, die man neuerdings mehrfach in Anwendung gebracht hat. Solche grofse thermo-elektrische Säulen eignen sich daher vorzüglich zur Wahrnehmung der geringsten Temperaturveränderungen, die in ihrer Umgebung eintreten, sofern diese nur auf die eine Fläche derselben wirken, ausserdem aber insbesondere zur Erzeugung eines willkürlich lange zu unterhaltenden, stets gleichmäfsig starken, absolut nur schwachen, elektrischen Stromes, welcher schwerlich auf irgend eine andere Weise so leicht *und sicher zu erhalten* seyn dürfte.

Bei dieser Gelegenheit erlaube ich mir noch folgende Erfahrung bekannt zu machen. Im Sommer 1837 zeigte ich den gewöhnlichen Versuch, einen Stahldraht (Claviersaite No. 12) durch den Batteriefunken zu schmelzen, und gewährte zum ersten Male, wie oft ich auch schon früher dieses Experiment angestellt hatte, dafs aus der anscheinend hellen Luft, wohin der Dampf vom Drahte aufgestiegen war, eine Menge kleine Löckchen und Flocken einer graubräunlichen Substanz herabfielen. Die Wiederholung des Versuchs gab ein gleiches Resultat, und in diesem Winter beobachtete ich im Zimmer die nämliche Erscheinung durch Wiederholung zwei Mal auf ganz gleiche Weise, mit dem unbedeutenden Unterschiede, dafs ich den Niederschlag deutlich aus der aufgestiege-



nen, sich bis etwa 4 oder 5 Fufs über den Draht erhebenden, Rauchwolke entstehen sah, und zwar da, wo sich dieselbe zu oberst am meisten vertheilte, wobei die bis 4 Lin. langen, unten spitz zulaufenden, etwa 4 bis 6 Mal gewundenen feinen Löckchen sich vorzüglich gut ausnahmen. Dafs die Substanz Eisenoxyd oder Eisenoxydul sey, unterliegt wohl keinem Zweifel, auffallend ist mir dabei aber der Umstand, dafs ich selbst die Erscheinung früher nie wahrgenommen habe, und mir auch keine fremde Beobachtung dieser Art aus den zahlreichen Schriften über Reibungselektricität bekannt ist, obgleich das Phänomen, sobald es wirklich stattfindet, unmöglich übersehen werden kann, da mindestens 50 bis 100 und noch mehr sehr sichtbare Flocken und Löckchen herabfallen, und obendrein so langsam, dafs das Niedersinken derselben zuverlässig während zwei Minuten und darüber dauert. Welche Bedingungen zur Erzeugung dieser Substanz erforderlich seyn mögen, darüber wüfste ich selbst keine Muthmassung anzugeben. Beide Male herrschte bei deren Entstehung grofse Trockenheit, und die Batterie, die nur aus fünf sehr grofsen Flaschen besteht, wirkte ausnehmend kräftig.

---


VII. *Ueber eine Erscheinung, die an einer grofsen Wollaston'schen Batterie beobachtet wurde; von E. Lenz*

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus dem Bullet. der Petersburger Academie).

---

Es ist bekannt, dafs, nach der Theorie von Ampère, zwei auf einander folgende Elemente eines und desselben galvanischen Stroms sich gegenseitig abstossen, und dafs Ampère diese Folgerung seiner theoretischen Ansicht durch den in jedem Handbuch des Elektromagne-

tismus erwähnten Versuch bestätigte, wo ein demgemäß gebogener Drahtleiter auf zwei von einander getrennten Quecksilberflächen ruht, und in dem Augenblick, wo diese Flächen mit den Polardrähten einer Volta'schen Säule verbunden werden, sich auf den Quecksilberflächen fortbewegt.

Vor einiger Zeit habe ich bei Hrn. Prof. Jacobi eine Erscheinung gesehen, die offenbar mit dem so eben erwähnten Phänomen identisch ist; allein von einem merkwürdigen Grade der Stärke. Die Säule bestand aus 12 Wollaston'schen Plattenpaaren, wovon jedes (von einer Seite gerechnet) eine Zinkoberfläche von 3 Quadrafuß hatte. Die Platten waren an einem Rahmen befestigt, und gegen dieselben konnten die Tröge, die sämmtlich auf einem Brette standen und eine sehr wirksame Mischung von verdünnter Schwefel- und Salpetersäure enthielten, mittelst eines Getriebes und einer Kurbel emporgehoben werden. Die Verbindung der einzelnen Platten zur zusammengesetzten Kette geschah durch dicke Kupferdrähte von der Form: , die mit ihren herabgehenden Schenkeln in Quecksilbergefäße tauchten, welche an den Zink- und Kupferplatten angeschraubt waren. — Die Wirkung der Säule war so stark, daß sie einen Platindraht von eben der Länge als die Kupferdrähte, d. h.  $3\frac{1}{4}$  Zoll engl. und von 0,125 Zoll Dicke, erst zum Weißglühen brachte und dann in der Mitte durchschmolz.

Die für uns merkwürdigste Erscheinung dieser Säule war aber die, daß, wenn man diese Kette in sich selbst schloß, bloß durch die kupfernen Verbindungsdrähte, und dann die Tröge hinaufbewegte, in dem Augenblicke, als die Platten zum größten Theil eingetaucht waren, *sämmtliche Verbindungsdrähte aus den Quecksilbergefäßen mit lautem Geprassel heraussprangen*. Man kann dieses Herausspringen offenbar nur aus der oben erwähnten Abstosung der unmittelbar auf einander folgenden

Stromelemente erklären an den Stellen, wo der Strom aus dem Quecksilber in den Vereinigungsdraht und aus diesem wieder in das Quecksilber des folgenden Plattenpaares trat. Merkwürdig ist aber gewiss, daß diese Abstofsungskraft groß genug war, um Drähte, von denen jeder  $13\frac{1}{2}$  Grammen wog, emporzuschleudern.

Dieselbe Erscheinung fand auch statt, wenn nicht alle 12 Paare in die Kette gebracht wurden, sondern nur einige von ihnen, was ganz dem Gesetze Ohm's gemäß ist, nach welchem der Strom gleich stark ist, aus wie vielen Elementen die Kette auch bestehe, wenn nur kein fremder Leiter in dieselbe eingeschaltet wird.

### VIII. *Bemerkungen über Combinationstöne und Stöfse; von G. S. Ohm.*

Ist  $m' : n'$  das Tonverhältniß zweier Töne, so daß deren Schwingungsmengen durch  $m'd$  und  $n'd$  vorgestellt werden können, so wird bei dem gleichzeitigen Erklängen jener beiden Töne stets ein Combinationston erzeugt, dessen Schwingungsmenge  $d$  ist. Diefes ist der vor H ä l l s t r ö m bekannte Combinationston, welcher durchaus an keine Ordnung geknüpft ist, wesswegen ich ihn den *unbedingten* nenne; aber seine Stärke, welche den Werth  $\frac{m' + n'}{m'n'}$ , wobei die Stärke der ihn erzeugenden Töne als Einheit zu Grunde gelegt worden ist, nie erreicht, ist in den meisten Fällen zu gering, als daß er gehört werden könnte.

Aufser diesem unbedingten Combinationstone ist noch ein anderer möglich, dessen Schwingungsmenge  $(m' - n')d$  ist, wenn  $m'$  die größere der beiden Zahlen  $m'$  und  $n'$  bezeichnet. Es ist diefes der von H ä l l s t r ö m sogenannte

*erste* Combinationston. Sein Erscheinen ist jedoch an die Bedingung geknüpft, daß die Schwingungsformen der beiden ihn erzeugenden Töne einander ähnlich seyen, welswegen ich ihn den *bedingten* nenne.

Als Folge des sehr ungewöhnlichen Baues des bedingten Combinationstones findet man, daß zu dessen Möglichkeit  $\frac{m'+n'}{2(m'-n')} > 1$  seyn müsse, während dessen

Stärke die Zahl  $\frac{m'}{n'} - \frac{n'}{m'}$  nie ganz erreichen kann; er wird um so schwächer, je mehr  $m' = n'$  wird, und um so undeutlicher je mehr  $m' + n' = 2(m' - n')$ , d. h. je mehr  $m' = 3n'$  wird. Hieraus folgt, daß das Tonverhältniß der beiden Töne, welche den bedingten Combinationston liefern sollen, stets zwischen 1 : 1 und 1 : 3 liegen müsse.

Damit stimmen Hällström's Versuche in der That vollkommen überein; er konnte den von ihm als ersten bezeichneten Combinationston nicht wahrnehmen bei Tönen, deren Abstand mehr als eine Dezime, und weniger als eine große Terz betrug, mit der einzigen Ausnahme bei *fis* und *a*, welche jedoch in den hier noch ausserdem möglichen zweierlei *d*, die dem einen zur Verstärkung dienen, eine hinreichende Erklärung findet.

Als eine weitere Folge des wundersamen Baues des bedingten Combinationstones dringt sich einem der Gedanke auf, daß in Fällen, wo dieser Combinationston zu schwach wird, um gehört werden zu können, wie z. B. wenn die beiden angegebenen Töne nur um einen halben Ton aus einander liegen, sich derjenige Ton hören lasse müsse, welcher genau in der Mitte zwischen den beiden angegebenen liegt, wiewohl die theoretische Betrachtung zeigt, daß derselbe beständigen Unterbrechungen ausgesetzt ist.

Da die Schwingungsform des Hällström'schen ersten Combinationstones den Schwingungsformen der ihn

er-

erzeugenden Töne nothwendigerweise immer sehr unähnlich werden muß, so kann dieser erste Combinationston mit keinem der beiden ursprünglichen Töne einen ferneren Combinationston liefern, wie Hällström zur Erlangung seiner folgenden Combinationstöne anzunehmen sich veranlaßt sah. Dagegen giebt es einen andern eben so kurzen Weg zu diesen folgenden, in der Erfahrung gegründeten, Combinationstönen zu gelangen, wenn man sie aus den, die ursprünglichen Töne begleitenden, harmonischen Tönen hervorgehen läßt; denn man sieht auf der Stelle ein, daß man so ganz auf dieselben Töne stößt, welche Hällström nach seiner Ansicht findet, wenn die erzeugenden Töne durch schwingende Saiten oder Luftsäulen gebildet werden. Gehen hingegen die ursprünglichen Töne aus schwingenden Stäben hervor, so könnten die von Hällström aufgestellten folgenden Combinationstöne hier nicht mehr entstehen, weil hier die Begleittöne ein anderes Gesetz einhalten; und hierin liegt zugleich das Mittel, auf dem Erfahrungswege zu entscheiden, welcher von den beiden Wegen stets zum rechten Ziele führt.

Auf ungleich größere Schwierigkeiten stieß ich bei der Aufsuchung der Stöße, welche aus dem gleichzeitigen Erklängen zweier Töne hervorgehen, wesswegen ich auch den hierbei eingehaltenen Rechnungsgang lieber noch zurückhalte, da seine Mühseligkeit vielleicht doch nicht in der Natur des Gegenstandes begründet ist.

Als Resultat meiner Untersuchungen fand ich, daß wahrnehmbare und regelmässige, d. h. in gleichem Abstände von einander auftretende Stöße im Allgemeinen nur dann entstehen können, wenn die Schwingungsmengen  $m$  und  $n$  der beiden angegebenen Töne sich einem, in seinen kleinsten ganzen Zahlen gegebenen Tonverhältnisse  $m' : n'$  sehr nähern, und zugleich die Zahlen  $m'$  und  $n'$  sehr klein sind in Vergleich zu jenen, auf die man stößt, wenn man das Verhältniß  $m : n$  in sei-

nen kleinsten ganzen Zahlen ausdrückt. Es entstehen dann jedesmal  $mn' - m'n$  Stöße in der Zeiteinheit, und diese Stöße werden gebildet durch einen Ton, dessen Schwingungsmenge  $\frac{m+n}{m'+n'}$  ist, welcher aber  $mn' - m'n$  Mal in der Zeiteinheit seine Schwingungsform stark verändert und wieder herstellt. Die Stärke dieser Stöße wird durch die Zahl  $\frac{m'+n'}{m'n'}$  angezeigt.

Dabei zeigte sich's, dafs diese Stöße unabhängig von den Combinationstönen sowohl als von den Begleittönen sind. Um so merkwürdiger ist es daher, dafs der Ausdruck  $mn' - m'n$  doch immer genau dieselbe Zahl giebt, welche nach der von Scheibler befolgten Rechnungsweise erhalten wird, wenn man nur beachtet, dafs ich unter Schwingung die Verbindung eines Hin- und Hergangs verstehe, wesswegen für  $m$  und  $n$  in obigem Ausdruck nur die Hälfte der von Scheibler als Schwingungsmengen angegebenen Zahlen genommen werden darf. Es ist dies jedoch nicht so zu nehmen, als ob beide Rechnungsweisen für alle Werthe von  $m$  und  $n$ ,  $m'$  und  $n'$  immer zu derselben Zahl hinführten, aber in dem, den regelmässigen Stößen zugehörigen Umfange thun sie es stets, wie sich streng nachweisen läfst.

Nürnberg, den 19 Juni 1839.

---

IX. *Beobachtungen über mehrere Glasfarben;  
von David Splittgerber.*

---

Bei weiteren Versuchen mit dem durch Schwefelkalium braungelb gefärbtem Glase fand ich, dafs wenn man ein Stück desselben horizontal vor sich hält, so dafs nur der Himmel reflectirt wird, man dasselbe schon für sich, ohne

Hinzunahme eines zweiten, violett gefärbt sieht, doch darf dann kein durchfallendes Licht vorherrschen, nämlich kein weißer hell beleuchteter Gegenstand dahinter liegen, welcher gelb erscheint. Hier entsteht diese Farbe also durch Reflexion des schon theilweise polarisirten Himmelslichts von den beiden Flächen des Glases, wie eine Untersuchung mit dem Nicol'schen Prisma es auch zeigt, indem die gelbe Farbe des Glases gleich wieder hervortritt, sobald alles reflectirte Licht damit fortgeschafft ist, dagegen die violette, wenn man das Prisma dreht.

Zur näheren Bestimmung des Hitzgrades, um das braungelbe Glas bis zur Undurchsichtigkeit anlaufen zu lassen, so ist noch zu bemerken, daß ein schwaches Rothglühen desselben von ungefähr zehn Minuten hinreicht, wobei das Glas nicht erweicht; unterbricht man dies früher, so bleibt es mehr oder weniger braun und durchsichtig. Das undurchsichtige Glas behält noch seine scharfen Kanten, sind diese aber abgerundet oder die Flächen gebogen worden, so hat dasselbe zu viel Hitze bekommen, und ist wieder heller und durchsichtiger geworden, daß man dadurch ganz die ursprüngliche Färbung wieder herstellen kann; solches Glas von Neuem bis zum richtigen Grad erwärmt, wird wieder undurchsichtig.

Wegen dieser Eigenschaft würde es auch interessant seyn, damit vergleichende Versuche anzustellen über die Fähigkeit die strahlende Wärme bei verschiedenen Graden der Durchsichtigkeit durchzulassen.

Im Vergleich mit angeräuchertem Glase, so läßt das braungelbe, außer den gelben, mehr rothe Strahlen des Spectrums durch, während jenes mehr gelbe als rothe.

Eine andere auffallende Farbenerscheinung bemerkte ich, als ich ein mit Gold gefärbtes Rubinglas dicht am Auge und ein zweites eben solches Stück entfernt vom

ersteren über weisses, am besten von der Sonne beschienenes Papier hielt, wobei das letztere Glas dann intensiv *gelb* gefärbt erschien, während das Papier umher *roth*. Hier sieht man am zweiten Glase wohl auch die complementäre Farbe. Denn durch das rubinrothe Glas gegangene Sonnenstrahlen werden durch ein Flintglas-Prisma in *Roth*, *Orange* mit gelbem Rand, *Blau* und *Violett* zerlegt, wobei das Gelb beschränkt, das Grün aber ganz ausgelöscht wird, so dafs man annehmen kann, dafs es die stärker gebrochenen gelben Strahlen ganz absorhirt. Im Licht der monochromatischen Lampe erscheint diefs Rubinglas sehr schwach gelblich gefärbt.

Da ich durch Betrachtung eines farbigen Glases durch ein gleichgefärbtes nun mehrere unerwartete Farbenerscheinungen gefunden hatte, welche wohl noch nicht genügend erklärt werden können, wie besonders die beiden folgenden, wo die verschiedenartige Absorptionsfähigkeit stärker mit einwirkt, so prüfte ich ferner noch ein mit Kobalt gefärbtes dunkelblaues Glas durch ein gleiches, und ersteres erschien dabei *violett*; mit Braunstein gefärbtes dunkel violettes Glas, durch eben solches Besehen, aber *blau*. Diese beiden Gläser, welche übrigens sehr verschiedene Farben zeigen, unterscheiden sich, durch das Prisma untersucht, nur dadurch, dafs das, durch eine nicht zu dicke Schicht des blauen Glases gegangene Sonnenlicht oben einen violetten und unten einen grünlichen Rand am blauen Spectrum zeigt, dieses aber durch einen breiten dunkeln Raum vom tiefrothen Bilde getrennt ist <sup>1)</sup>, während das durch die violette Scheibe gegangene einen gelben Rand am helleren rothen Farbenbildet und dieses wieder durch einen breiten dunkeln Zwischenraum vom tieferen blauen getrennt zeigt. Durch das blaue Glas werden also die weniger gebrochenen

1) Man vergleiche die interessante Abhandlung des Hrn. Prof. Dove über die neuere Farbenlehre, S. 14.



gelben Strahlen, vom violetten aber die stärker abgelenkten absorbirt.

Der mit Kochsalz versetzte Alkohol brennt, wie bekannt, mit einer ziemlich einfachen gelben Flamme, doch sieht man bei der Analyse mit dem Flintglas-Prisma daran noch einen schwach grünen und blauen Rand, welcher, wie der Hr. Prof. Dove gezeigt hat, von dem obigen braungelben Glase gänzlich absorbirt wird. Bei diesem nicht ganz einfachen Licht untersuchte ich nun noch jenes blaue und violette Glas, und fand hier noch einige Differenzen.

Hält man das dunkelblaue Glas vor's Auge, indem man durch das Prisma nach jenem Licht sieht, so verschwindet die gelbe Flamme ganz, und man bemerkt nur eine blaue mit der Spur eines grünen Randes, und dann ganz getrennt davon ein tiefrothes, kaum wahrnehmbares Flammenbild, welches früher, bei der Untersuchung der Alkoholflamme für sich, nicht zu sehen war, vielleicht wegen der überwiegenden Leuchtkraft des Gelb, an dessen wenigst gebrochenem Rand es sich befinden muß, und mit dem es zusammenfällt. Nimmt man das dunkel violette Glas dagegen vor's Auge, so sieht man auch zwei Flammenbilder, ein schwach blaues und ein gelbes, aber nicht das Geringste von dem vorher bemerkten rothen, obwohl das gelbe im Ganzen etwas dunkler erscheint.

Aus dem Vorhergehenden ist zu ersehen, dafs mein blaues Glas sich bedeutend von dem von Biot untersuchten unterscheidet, welches die Phosphorescenz des von Daguerre präparirten Schwerspaths erhöhte, indem es weit weniger gelbes Licht durchläßt, also wohl im noch höheren Grad das Leuchten durch Insolation begünstigen muß <sup>1)</sup>).

Auch in dieser Hinsicht ist es untersucht worden, indem ich mit Schwefel gegläubte Austerschalen theils für sich, theils unter diesem und verschiedenen anderen Glas-

1) S. Ann. Bd. XXXXVI S. 613 und 615.

platten zu gleicher Zeit den Sonnenstrahlen aussetzte, wobei ich wirklich fand, daß die unter dem dunkelblauen Glase gelegenen, auch nicht von demselben berührten, Schalen am stärksten und längsten im Dunkeln phosphorescirten, auffallend stärker wie die unbedeckten, und sich die Reihe der Gläser nach der erregten Intensität des Leuchtens ungefähr so folgt, daß das dunkelblaue, 7 Millim. dicke Glas obenan steht, dann das  $4\frac{1}{3}$  Millim. dicke dunkelviolette, dann 4 Millim. starkes hellblaues, dann  $3\frac{1}{3}$  Millim. hellviolett kommt, und nun erst die unbedeckten Schalen und die unter grünem Glase folgen. Die Austerschalen, welche unter 4 Millimet. dicken hellbraungelben Glasplatten gelegen hatten, zeigten durchaus keine Phosphorescenz, auffallenderweise aber diejenigen unter  $6\frac{3}{4}$  Millim. dicken und dunkleren braungelben eine Spur.

#### X. *Meteoreisen von Potosi.*

**H**r. Juben, Lieutenant in der französischen Marine, hat aus Peru unter anderen Mineralien ein Stück von einem bei Potosi in Bolivia gefallenen Meteoreisen mitgebracht. Es enthält Poren, meist von unregelmäßiger, zuweilen aber von rhombisch dodecaëdrischer Form, hin und wieder gefüllt mit einer olivinartigen Substanz. Es zeigt keine Spur von Schmelzung, wohl aber Zeichen von erlittener hoher Temperatur. Das Eisen ist ungewein zähe, läßt sich aber hämmern und feilen, oxydirt sich auch nicht an der Luft. Nach der Analyse eines Hrn. Morren besteht es aus 90,241 Eisen und 9,759 Nickel ohne Spur von Kobalt, Kupfer oder Mangan. Das mitgebrachte Stück wird im Museum zu Angers verwahrt. (*Phil. Mag. Ser. III Vol. XIV p. 394.*)

XI. *Ueber das wasserfreie schwefelsaure Ammoniak; von Heinrich Rose.*

Es ist Hrn. Regnault geglückt, eine Verbindung von Schwefelchlorid ( $\text{S}\text{Cl}^3$ ) mit Schwefelsäure in einem andern Verhältnisse zu erhalten, als ich sie dargestellt habe. Die Zusammensetzung der von mir erzeugten Verbindung kann durch die Formel  $\text{S}\text{Cl}^3 + 5\ddot{\text{S}}$ , die der von Hrn. Regnault dargestellten durch die Formel  $\text{S}\text{Cl}^3 + 2\ddot{\text{S}}$  ausgedrückt werden.

Hr. Regnault erhielt durch Behandlung der Verbindung  $\text{S}\text{Cl}^3 + 2\ddot{\text{S}}$  oder, wie sie von ihm angesehen wird,  $\ddot{\text{S}}\text{Cl}$  mit wasserfreiem Ammoniak eine weisse Masse, welche er als ein Gemenge von Salmiak mit einem Sulphamid ( $\ddot{\text{S}}\text{NH}^2$ ) betrachtet. Es ist ihm nicht geglückt beide Salze von einander zu trennen. Diese Masse unterscheidet sich wesentlich von der, welche ich durch Behandlung der Verbindung  $\text{S}\text{Cl}^3 + 5\ddot{\text{S}}$  ( $\text{S} + \text{Cl} + 2\frac{1}{2}\text{O}$ ) mit wasserfreiem Ammoniak erhielt, so wie auch das von Regnault angenommene Sulphamid nicht identisch mit dem von mir dargestellten wasserfreien schwefelsauren Ammoniak ist, das als ein wasserhaltiges Sulphamid ( $\ddot{\text{S}}\text{NH}^2 + \text{H}$ ) betrachtet werden kann. Auf letzteren Unterschied macht übrigens Regnault selbst schon aufmerksam.

Der Unterschied besteht besonders darin, daß die Auflösung der von Regnault dargestellten Masse die Auflösung der Baryterdesalze nicht trübt, was der Fall ist, sowohl bei der Auflösung der Verbindung, welche durch Sättigung von  $\text{S}\text{Cl}^3 + 5\ddot{\text{S}}$  mit wasserfreiem Ammoniak entsteht, als auch bei der Auflösung des wasserfreien schwefelsauren Ammoniaks. Letztere beide Auf-

1) *Annales de chimie et de physique*, T. LXIX p. 170.

lösungen fallen bei gewöhnlicher Temperatur nicht die Auflösungen der Strontianerde- und Kalkerdesalze, wohl aber die der Baryterde, obwohl höchst unvollständig <sup>1)</sup>).

Es scheint mir nothwendig, diese verschiedenen Verbindungen hinsichtlich ihrer Eigenschaften näher zu untersuchen und sie möglichst im reinen krystallisirten Zustand darzustellen, um zu sehen, ob sie reine chemische Verbindungen oder vielleicht Gemenge sind. — Ich werde hier nur neuere Untersuchungen über die Bereitung und einige Eigenschaften des wasserfreien schwefelsauren Ammoniaks anführen.

Die Bereitung dieses Körpers durch Behandlung der wasserfreien Schwefelsäure mit trockenem Ammoniakgas ist zwar sehr einfach; man erhält indessen, wie ich dieß schon früher bemerkt habe, nur eine sehr geringe Ausbeute, weil sich eine Verbindung des wasserfreien schwefelsauren Ammoniaks mit wasserfreier Schwefelsäure bildet, die sich äußerst schwer und sehr unvollständig mit Ammoniak sättigt, selbst wenn man sie Jahre hindurch in einer Atmosphäre von Ammoniakgas aufbewahrt. Zerreibt man die harte, gummiähnliche saure Verbindung zu Pulver, um die Berührung mit dem Ammoniakgas zu vermehren, so muß man besorgen, daß während des Zerreibens die wasserfreie Schwefelsäure Wasser anzieht, wodurch sich bei nachheriger Sättigung mit Ammoniakgas schwefelsaures Ammoniumoxyd bildet, das nicht vom schwefelsauren Ammoniak zu trennen ist, und die Eigenschaften desselben sehr modificiren kann.

Ich habe mich deshalb bemüht, das wasserfreie schwefelsaure Ammoniak auf eine andere Weise zu bereiten, oder vielmehr aus der Verbindung desselben mit Schwefelsäure letztere abzuscheiden. Es ist mir dieß vollkommen gelungen.

Bereitet man das wasserfreie schwefelsaure Ammo-

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXIV S. 300 und Bd. XXXII S. 81.

niak durch Behandlung der wasserfreien Schwefelsäure mit trockenem Ammoniakgas, so muß man nur den etwas pulverförmigen dünnen Ueberzug benutzen, und denselben als wasserfreies Salz aufbewahren; aber sorgfältig darauf achten, daß er keine kleine Stücke der sauren Verbindung enthält. Die Auflösung desselben muß das Lackmuspapier nicht im Mindesten röthen. Die zurückbleibende, an den Wänden des Gefäßes stark festsitzende saure Verbindung läßt man längere Zeit mit dem Ammoniakgase in der Flasche in Berührung, nachdem dieselbe vollkommen gegen den Zutritt der Luft verschlossen ist. Darauf wird aus dem Gefäße mittelst eines Stromes von getrockneter atmosphärischer Luft das nicht absorbirte Ammoniakgas fortgeblasen, was oft sehr lange dauert, aber vollkommen geschehen muß.

Man löst darauf den Inhalt der Flasche in Wasser auf, vermeidet aber dabei eine zu starke Erhitzung. Es ist besser die Flasche erst längere Zeit einer feuchten Atmosphäre auszusetzen, ehe man Wasser in sie bringt, um das saure Salz sehr allmählig im Wasser aufzulösen. Die Auflösung wird darauf bei gewöhnlicher Temperatur mit kohlensaurer Baryterde behandelt, welche die überschüssige Schwefelsäure abscheidet, auf das wasserfreie schwefelsaure Ammoniak hingegen nicht wirkt.

Die filtrirte Auflösung des Salzes wird bei sehr gelinder Hitze abgedampft, wobei ein Kochen zu vermeiden ist, und die concentrirte Flüssigkeit über Schwefelsäure zum Krystallisiren gebracht. Besser ist es zwar, die Auflösung unter der Luftpumpe über Schwefelsäure abzdampfen, weil die Auflösung des wasserfreien schwefelsauren Ammoniaks, wie die des neutralen schwefelsauren Ammoniumoxyds durch's Erhitzen nach und nach etwas schwach sauer wird. Bei großen Mengen ist dieß indessen schwer auszuführen. Die Veränderung durch's Erhitzen der Auflösung ist übrigens sehr gering, wenn die Hitze nicht bis zum Kochen gesteigert wird.

Es ist nöthig, von dem sauren wasserfreien schwefelsauren Ammoniak alles freie Ammoniakgas vollständig fortzutreiben, weil durch dieses beim Auflösen des Salzes in Wasser schwefelsaures Ammoniumoxyd entsteht, das durch kohlen saure Baryterde nicht vom schwefelsauren Ammoniak zu trennen ist. Es ist auch nöthig, beim Auflösen des sauren wasserfreien Salzes die zu starke Erhitzung zu vermeiden, weil bei Gegenwart von vieler concentrirter freier Schwefelsäure bei erhöhter Temperatur das schwefelsaure Ammoniak zum Theil in schwefelsaures Ammoniumoxyd übergehen könnte.

Ich habe schon früher bemerkt, dafs ich aus der Auflösung des wasserfreien schwefelsauren Ammoniaks dasselbe im wasserfreien Zustand durch Abdampfen erhalten habe. Da ich indessen früher nur kleine Mengen des Salzes anwenden konnte, so waren die erhaltenen Krystalle nicht bestimmbar. Nach der neueren, so eben beschriebenen Methode habe ich aber sehr grofse Krystalle zum Theil von der Länge eines halben Zolles mit glatten Flächen erhalten, deren Krystallform weiter unten von meinem Bruder beschrieben werden wird.

Die Krystalle, so wie die beim Abdampfen zugleich erhaltenen, nicht deutlich krystallisirten Massen, ziehen Feuchtigkeit aus der Luft an. Von letzteren wurden 1,244 Grm., die über Schwefelsäure getrocknet worden waren, aufgelöst, die Auflösung mit Chlorbaryumauflösung versetzt, das Ganze zur Trockniß abgedampft, und die trockne Masse bis zur Verjagung des Chlorammoniums geglüht. Der Rückstand, mit Wasser, das etwas freie Chlorwasserstoffsäure enthielt, behandelt, hinterliefs 2,442 Grm. schwefelsaure Baryterde, die 67,47 Proc. Schwefelsäure in der Verbindung entsprechen. Diefes ist etwas weniger, als man der Rechnung nach erhalten sollte; denn nach dieser sind 70,03 Proc. Schwefelsäure im wasserfreien Salze enthalten. Dieser Unterschied hat zum Theil darin seinen Grund, dafs selbst in der Glühhitze

das wasserfreie schwefelsaure Ammoniak durch einen Ueberschufs von Chlorbaryum nicht völlig zersetzt zu werden scheint, und dafs mit den Dämpfen des entweichenden Chlorammoniums etwas des unzersetzten Salzes sich verflüchtigt.

Unter den verschiedenen Ansichten über die Zusammensetzung des wasserfreien schwefelsauren Ammoniaks führte ich auch die an, dafs man es sich als ein Hydrat eines Sulphamids,  $\ddot{S}NH^2 + H$ , denken kann. Diese Vorstellung ist von den meisten Chemikern, namentlich von Dumas, angenommen worden. Ich konnte mich eigentlich nie entschliessen, diese Ansicht als die wahrscheinlichste anzunehmen, da die Existenz von wasserhaltigen Amiden nicht bewiesen ist, und der Unterschied zwischen einer Ammoniak- und einer Amidverbindung in einem Wassergehalte der ersteren liegt. Durch die Entdeckung des eigentlichen wasserfreien Sulphamids,  $\ddot{S}NH^2$ , durch Regnault, welches andere Eigenschaften als das wasserfreie schwefelsaure Ammoniak hat, wird jene Ansicht noch unwahrscheinlicher.

Der zweckmäfsigste Name für die Verbindung des wasserfreien Ammoniaks mit der wasserfreien Schwefelsäure ist wohl der des schwefelsauren Ammoniaks. Aber es ist, glaube ich, unmöglich, bei diesem Namen eine Verwechslung mit dem schwefelsauren Ammoniumoxyd zu vermeiden, wenn man nicht immer das Beiwort wasserfrei hinzufügen will; da letztere Verbindung seit früheren Zeiten, wo man keine richtigen Ansichten über den Unterschied von Ammoniak- und Ammoniumoxydverbindungen hatte, schwefelsaures Ammoniak genannt wird. Es scheint mir daher am passendsten, den Namen des schwefelsauren Ammoniaks ganz zu vermeiden, und dem wasserfreien schwefelsauren Ammoniak einen besonderen Namen zu geben. Ich schlage daher den Namen *Sulphat-Ammon* oder *Sulphammon* vor. Es scheint mir nicht unzweckmäfsig, den Namen *Ammon* den eigentli-

chen Ammoniakverbindungen zu geben, die aus wasserfreiem Ammoniak und einer wasserfreien Sauerstoffsäure bestehen. Es ist hierbei zu bemerken, daß nur das Sulphat-Ammon und das Sulphit-Ammon (wasserfreies schweflichtsaures Ammoniak) in ihren Auflösungen andere Eigenschaften zeigen als die Auflösungen der ihnen entsprechenden Ammoniumoxydsalze; bei dem Carbonat-Ammon und anderen Ammonen ist dies nicht der Fall.

Wer das Ammoniak als ein Hydrür von  $\text{NH}^2$  betrachten, und letzteres mit dem Namen *Ammon* bezeichnen will, kann das Ammoniak *Hydræmon*, und obige Verbindung schwefelsaures Hydræmon nennen. Da indessen demselben eigentlich die Charaktere eines Salzes fehlen, so ist vielleicht der zuerst vorgeschlagene Name vorzuziehen.

## XII. Ueber die Krystallform des wasserfreien schwefelsauren Ammoniaks.

Die Krystalle des wasserfreien schwefelsauren Ammoniaks (Sulphat-Ammon) haben (Fig. 2 Taf. III) beim ersten Anblick das Ansehen einer 2- und 1-gliedrigen Combination; und erscheinen als rhombische Prismen *o*, die an den Enden mit der schiefen Basis *c* und einem basischen rhombischen Prisma *d* begränzt sind <sup>1)</sup>. Untersucht man indessen die Winkel näher, so findet man, daß die Neigung der Flächen *c* und *d* ganz mit dem Winkel übereinstimmt, unter welchem die Fläche *c* gegen die Kante zwischen den Flächen *o* geneigt ist, und daß ferner sowohl der ebene Winkel  $\alpha$  auf der Fläche *c*, als auch der Winkel  $\beta$  auf der Fläche *d* rechte Winkel sind, welcher letztere Umstand auch gleich bei dem Anblicke der Krystalle auffällt.

1) Die Krystalle bilden zuweilen noch dünnere Tafeln, so daß die Flächen *d*, die sich gewöhnlich nur in Punkten berühren, in Kanten schneiden.



Daraus geht hervor, daß die Krystalle nicht 2- und 1-gliedrig, sondern in der That 2- und 1-axig sind. Die Flächen *o* bilden nämlich nun die Flächen eines Quadratoctaëders, *d* die Flächen des ersten stumpferen Octaëders desselben und *c* die gerade Endfläche; aber die Quadratoctaëder treten nur parallellächig hemiëdrisch auf, und zwar so, daß bei dem Octaëder *o* nur die Flächen, die zweien parallelen Endkanten, bei dem Octaëder *d* die Flächen, die zweien parallelen Seitenkanten anliegen, vorhanden sind.

Aus den angestellten Messungen der Winkel folgt für die Axen des Hauptoctaëders das Verhältniß:

$$a : c = 1 : 1,648;$$

daraus ergeben sich folgende Winkel:

$$o : o = 98^{\circ} 56'$$

$$o : c = 113 \quad 14$$

$$o : d = 139 \quad 28$$

$$c : d = 121 \quad 15$$

Die Flächen *g* und *o* sind glatt und glänzend, und lassen sich mit ziemlicher Genauigkeit mit dem Reflexionsgoniometer messen, *c* ist gewöhnlich etwas uneben. Die Krystalle sind nicht spaltbar. Sie sind ferner farblos und durchsichtig, ziehen aber mit der Zeit Feuchtigkeit an, so daß sie in verschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden müssen.

Die Form der Krystalle des Sulphat-Ammons ist sehr merkwürdig; denn die Krystalle bieten das erste bekannte Beispiel einer parallellächigen Hemiëdrie eines Quadratoctaëders dar. Man konnte deshalb wohl annehmen, diese Ansicht für die richtige zu halten, doch stimmen damit die gemessenen Winkel so gut überein, daß die kleinen gefundenen Abweichungen nur für Fehler der Messung, die sich bei weichen künstlichen Salzen schwerer als bei harten glänzenden Krystallen von Mineralien vermeiden lassen, anzusehen sind.

Gustav Rose.

### XIII. Ueber die Wirkung zwischen Platinchlorid und Aceton; von W. C. Zeise.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verfasser aus: *Oversigt over det Kongl. Danske Selskabs Forhandlinger*)<sup>1)</sup>.

**P**latinchlorid, mit Aceton zu einer breiartigen Masse angeführt und stehen gelassen, setzt einen krystallinischen Stoff von anfangs brauner Farbe ab, umgeben von einer schwarzbraunen syrupdicken Flüssigkeit. Beim Auswaschen auf einem Filtrum mit Aceton nimmt der krystallinische Stoff eine gelbe Farbe an. Beim Umkrystallisiren aus einer Lösung in Aceton erhält man ihn vollkommen rein. Diesen Stoff nennt der Verfasser *Acechlorplatin*.

Die Elementar-Zusammensetzung des Acechlorplatins ist  $= 1 \text{ Pt} + 2 \text{ Cl} + 6 \text{ C} + 10 \text{ H} + 1 \text{ O}$ . Es ist geruchlos, von metallischem Geschmack, nur in geringer Menge auflöslich in Wasser, Alkohol und Aether; concentrirte Salzsäure wirkt nur in erhöhter Temperatur darauf; Aceton löst es in ziemlich großer Menge. Im Oelbade über  $200^\circ$  erhitzt, wird es zerstört; es nimmt dabei eine schwarze Farbe an, giebt ein Gas, bestehend aus einem Gemenge von Salzsäure, leichtem Kohlenwasserstoff und etwas Kohlensäure, in reichlicher Menge aus, und liefert ein braun gefärbtes salzsäurereiches Destillat.

Der schwarze Rückstand ist eine Verbindung von Platin und Kohlenstoff, ohne die mindeste Spur von eingemengtem metallischen Platin; es besteht aus 1 At. Platin und 2 At. Kohlenstoff.

Bei der Destillation mit Wasser wird das Acechlorplatin erst braun und zuletzt schwarz. Das Destillat enthält außer Salzsäure einen eigenen wohlriechenden, äther-

1) Diese Notiz ergänzt in einigen Stücken die bereits in dies. Annal. Bd. XXXV S. 332 mitgetheilte. P.

artigen Stoff. Beim Erhitzen verpufft der schwarze pulverförmige Rückstand mit Funkensprühen. Dasselbe Verhalten zeigt er bei gewöhnlicher Temperatur bei Berührung mit Alkohol unter Zutritt der Luft, und darauf entzündet sich gewöhnlich der Alkohol. Wahrscheinlich enthält er, außer Platin und Kohlenstoff, auch Wasserstoff und Sauerstoff.

Aehnlich verhält sich das Acechlorplatin bei Destillation mit einer schwachen wässrigen Kalilösung oder mit einer alkoholischen Kalilösung.

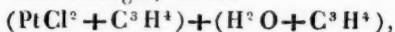
Eine Lösung von Chlorkalium nimmt bedeutend mehr Acechlorplatin auf als reines Wasser; und die gelb gefärbte Lösung erträgt ein langes Kochen, ohne die mindeste Anzeige von Zersetzung des Acechlorplatin; doch kann nur schwierig eine bestimmte Verbindung von Chlorkalium und Acechlorplatin erhalten werden.

Der kohlenhaltige Stoff im Acechlorplatin enthält, dem Angeführten gemäß, 2 At. Wasserstoff und 1 At. Sauerstoff weniger als das Aceton. Dieser Stoff, der, wie sich annehmen läßt, das gegen das Aceton, was der Aether gegen Alkohol ist, kann auch unter gewissen anderen Umständen isolirt dargestellt werden. Allein das Aceton giebt auch bei gewissen Behandlungen eine Verbindung von 6C und 8H (Kane's Mesitylen)<sup>1)</sup>, welche sich hier ansehen läßt wie das was das Aetherin gegen Alkohol ist; und das Aceton kann, übereinstimmend damit, betrachtet werden als  $C^6H^8 + 2H^2O$  ähnlich wie der Alkohol als  $C^4H^8 + 2H^2O$ .

Mit Rücksicht hierauf glaubt der Verfasser, daß die Zusammensetzung des Acechlorplatins vorgestellt werden kann durch:

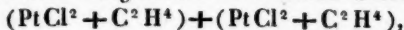


oder, wenn man 1 At. Aceton  $= C^3H^4 + H^2O$  setzt, vielleicht noch richtiger, durch:



1) Annalen, Bd. XXXIV S. 474.

durch welche letztere Formel die Zusammensetzungsweise des Acechlorplatins in sofern analog wird mit der, des mittelst Alkohol dargestellten brennbaren Chlorplatins:



wenn 1 At. Wasser in jenem als Stellvertreter für 1 At. Platinchlorür in diesem angesehen werden kann. Was übrigens für die Vorstellungsweise spricht, ist unter andern die Bildung der kohlenwasserstoffhaltigen Platinverbindung beim Kochen von Acechlorplatin mit Wasser, und von jenem Platinkohlenstoff bei dessen Zerstörung blofs mittelst Erhitzung.

Die schwarzbraune Mutterlauge, welche das zuerst angeschossene rohe Acechlorplatin umgiebt, ist reich an Salzsäure, und enthält, aufser einer Portion Acechlorplatin, eine Verbindung von mehren Stoffen, die fast alle weit leichter und reichlicher löslich in Aceton sind als das Acechlorplatin, und ausserdem mehr oder weniger löslich in Alkohol und Aether. Sie bilden zusammen eine pech- oder harzartige Masse, die, etwas über der gewöhnlichen Temperatur, weich und zähe, genugsam unter derselben, aber spröde ist. Mit einer weiteren Untersuchung dieser Stoffe und verschiedener hieher gehörender Nebenproducte ist der Verfasser beschäftigt; auch beabsichtigt er, das Verhalten des Acechlorplatins unter noch mehren Umständen zu untersuchen.

Die zu diesen Versuchen angewandte, ziemlich bedeutende Menge Aceton verschaffte sich der Verfasser durch Destillation eines Gemenges von Bleizucker und Kalk, welche er für die beste Bereitungsweise dieses Stoffes hält.

#### XIV. *Ueber die Einwirkung der Arseniksäure auf Rohrzucker; von Dr. L. Elsner,*

Lehrer am Königl. Gewerbe-Institut zu Berlin.

Um die kleinsten Mengen freier Schwefelsäure zu entdecken bedient sich Hr. Prof. Runge (Poggend. Ann. Bd. XXXI S. 517) bekanntlich einer Lösung von 1 Zucker in 30 Wasser, mit welcher eine Porcellanplatte bestrichen, mittelst Wasserdampf bei 100° C. erhitzt und mit der auf freie Schwefelsäure zu untersuchenden Flüssigkeit betröpfelt wird, um weiter durch die hiedurch entstehende Schwärzung der betröpfelten Stelle auf einen Gehalt von freier Schwefelsäure zu schließen. — Hr. Prof. Runge bemerkt, daß Phosphorsäure und andere freie Säuren den Zucker auf diese Weise nicht zersetzen; allein unter diesen muß die Arseniksäure ausgenommen werden, wie ich sogleich zeigen werde.

Schon im Jahre 1827 machte ich zuerst auf die merkwürdige Röthung aufmerksam (in dem Neuen Journal für Chemie von Schweigger, Bd. XX S. 348), welche die Zuckerarten erleiden, wenn sie mit concentrirten Lösungen von Arseniksäure in Wasser längere Zeit in Berührung gelassen werden, von welcher interessanten Erscheinung ich versuchte im Jahre 1831 in Schweigger-Seidels Neuem Journal für Chemie, Band I S. 350, eine Erklärung zu geben. Ich zeigte, daß bei dieser gegenseitigen Reaction des Rohrzuckers und der Arseniksäure beide eine Veränderung erleiden, indem ersterer in Traubenzucker übergeht und die Arseniksäure theilweise zu einer niederen Oxydationsstufe zurückgeführt werde. Diese Reduction erklärte ich mir damals durch die Einwirkung des sich ausscheidenden Kohlenstoffs aus dem zersetzterwenden Zucker, und eben so

die in der Zuckerlösung entstehende Röthung durch sich ausscheidenden, höchst fein zertheilten Kohlenstoff. — Malaguti zeigte in seiner Abhandlung: Ueber die Wirkung der verdünnten Säuren auf Rohrzucker, *Journ. de Pharm. Septbr. 1835, p. 443 bis 457*, dafs hiebei sich Humussäure bilde, und unter den angegebenen Säuren, die diese Veränderung hervorbringen, findet sich auch Arseniksäure angegeben. — Was ich daher früher schon für fein zertheilten sich ausscheidenden Kohlenstoff gehalten hatte, hatte sich demnach bei genauerer Prüfung als eine sehr kohlenstoffreiche Säure erwiesen, deren nach und nach vorschreitende Bildung der Grund der Röthung ist, wenn Zucker- und Arseniksäure-Lösungen in gegenseitige Wechselwirkung treten. — Als ich demnach die Angaben des Hrn. Prof. Runge über Prüfung auf freie Schwefelsäure gelesen hatte, prüfte ich in derselben Art und Weise das Verhalten von sehr verdünnten Lösungen freier Arseniksäure auf Zucker, und fand folgende Resultate:

Es wurde eine Porcellanplatte mit einer Zuckerlösung aus 1 Zucker und 30 Wasser bestrichen, durch die Dämpfe von kochendem Wasser erhitzt, und hierauf mit einem Tropfen einer Lösung von 1 Arseniksäure und 100 Wasser betröpfelt; nach einigen Secunden dauerner Einwirkung zeigte sich zuerst am Rande ein rother Streif, der immer breiter und breiter, und zuletzt zu einem schönen hochrothen Fleck auf der weissen Porcellanplatte wurde.

Bei einer Verdünnung von 1 Arseniksäure und 300 Wasser zeigte sich, wie eben angegeben die Untersuchung angestellt: ein deutlich hochrother Streif am Rande, der sich nach der Mitte des Flecks orange zeigte.

Bei einer Verdünnung von 1 Arseniksäure und 1200 Wasser zeigte sich unter denselben Umständen nur am Rande ein schmaler rother Streif, der sich nach der Mitte hin nur gelb gefärbt verlief.

Bei einer Verdünnung von 1 Arseniksäure und 1800 Wasser zeigte sich keine Farbenänderung mehr, und es war nur ein klarer, firnifsartiger Ueberzug von der eingedampften Zuckerlösung auf der Porcellanplatte wahrzunehmen.

Aus diesen Versuchen geht demnach hervor, dafs auch freie Arseniksäure unter denselben Umständen auf Zucker einwirkend, wie freie Schwefelsäure, eine Farben-Nuance hervorruft, die freilich nicht bei so grofser Verdünnung, wie dieses, nach Hrn. Prof. Runge, bei der freien Schwefelsäure der Fall ist, noch eintritt, die jedoch jedenfalls nächst den Reactionen der Schwefelsäure zugleich mit angeführt zu werden verdient.

Dafs übrigens auch Milchzucker, Gummi etc. unter denselben Umständen wie Zucker durch freie Schwefelsäure eine Schwärzung erleiden, hat Hr. Prof. Hünefeld neuerdings gezeigt; Erdm. Journ. f. pract. Chemie, Bd. XVI S. 32, worauf ich nur noch aufmerksam machen wollte.

---

XV. *Ueber den rothen Farbestoff in den Blüthen, und dessen Identität mit dem rothen Farbestoff in anderen Pflanzenorganen; von Dr. L. Elsner.*

---

Von der rothen Farbe der Blumen sagt Berzelius in seinem Lehrbuche der Chemie, Bd. VII S. 159 seq., 4. Aufl. 1838, dafs die Farbestoffe der roth blühenden Blumen hinsichtlich ihrer chemischen Verhältnisse gewifs eine nähere Untersuchung verdienten. — Mit Bezugnahme auf diese Bemerkung erlaube ich mir aufmerksam zu machen auf eine Abhandlung von mir über diesen Gegenstand, die sich abgedruckt findet in dem Schweigger-Sei-

del'schen Jahrbuch für Chemie, Bd. LXV S. 165 bis 175, vom Jahre 1832, in welcher ich *schon damals* die Identität des rothen Farbestoffs in den Blüthen von Pflanzen folgender natürlicher Familien nachwies: der *Irideae*, *Labiatae*, *Rosaceae*, *Ranunculaceae*, *Geraniaceae*, *Cannaceae*, *Malvaceae*, *Papaveraceae*, *Cariophylleae*, *Leguminosae*, *Myrtaceae*. — Ich zeigte ferner in derselben Abhandlung, daß der rothe Farbestoff, der sich findet in den Bracteen von *Melampyrum arvense*, den Blättern von *Clad. bicolor*, den rothen Tegumenten der Beeren von *Prunus cerasus*, *Ribes rubr.*, *Sorbus aucupar.*, ganz gleich sey demjenigen, der sich findet in den rothen Blüthen; ja, daß sich dessen Identität noch erstrecke auf den rothen Farbestoff, welcher der Grund der Röthung der Blätter bei mehreren Pflanzen im Herbst ist, wie z. B. in den rothgefärbten Blättern von *Lythr. salicar.*, *Pyrus communis* und einigen Species des Genus *Rhus*. — So interessant das Resultat dieser Untersuchung ist, so muß ich doch eines anderen Umstandes hiebei gedenken, der auch sehr der Beachtung verdient: Die Farbe der Niederschläge des rothen Farbestoffs aus den verschiedensten Pflanzen mit Bleizucker ist gewöhnlich *schön grün*; diese Verbindung des Bleioxyds mit dem Farbestoff durch Schwefelwasserstoffgas zersetzt, nachdem das Präparat vorher in wäſsrichtem Alkohol suspendirt worden, giebt Schwefelblei, und die überstehende Flüssigkeit wird herrlich *roth gefärbt*; — es scheidet sich demnach aus der *grünen* Verbindung der *rothe* Farbestoff durch diese einfache Operation wieder aus.

Was den gelben Farbestoff der gelb blühenden Blumen anbelangt, so ist noch denjenigen Pflanzen, die Berzelius in demselben Bande seines Werkes aufführt, von denen der gelbe Farbestoff näher untersucht ist, als da sind *Tropaeol. maj.*, *Narcissus pseudo-narcissus*, *Narcissus Tacetta*, nach meinen Untersuchungen, die sich ausführlich in der citirten Abhandlung befinden, noch



anzureihen der *gelbe* Farbestoff aus den hochrothen Blüthen der *Cacalia sagittata et coccinea*, der in seinem chemischen Verhalten die grösste Aehnlichkeit zeigt mit dem gelben Farbestoff, den Caventou fand in den Blüthen von *Narcissus pseudo-narcissus*.

Ich bedaure sehr, dafs Hr. Berzelius diese Abhandlung nicht gekannt zu haben scheint, um selbe in seinem so allgemein geschätzten Werke aufnehmen zu können, da ich derselben keinen besseren Platz hätte wünschen dürfen, um allgemeiner bekannt zu werden.

---

# XVI. Chemische Untersuchung des Miloschins aus Serbien; von Carl Kersten in Freiberg.

---

**D**er verstorbene Oberberghauptmann, Freiherr von Herder, brachte mir im J. 1836 von seiner Reise nach Serbien ein neues Mineral mit, welches *er* mit dem Namen Miloschin belegte. Unter seinen hinterlassenen Papieren befindet sich die nachfolgende Analyse dieses Minerals, welche ich in dem genannten Jahre auf den Wunsch des Verewigten anstellte.

Die äusseren Charaktere des Miloschins, die Hr. Prof. Breithaupt kürzlich im 15. Bande 6. Heft des Journ. f. practische Chemie mitgetheilt hat, sind folgende:

Schimmernd, bisweilen selbst matt, auf den Klüften glänzend.

Farbe, nach Breithaupt, indigblau mit merklicher Beimischung von Grün; nach meinem Dafürhalten *seladongrün*.

Strichpulver gleichfarbig, nur etwas blasser.

Kaum an den Kanten durchscheinend.

Gestalt derb, meist in grösseren Parthien, in's Erdige übergehend.

Härte  $2\frac{1}{2}$  . . . . 3 } nach Breithaupt.  
 Spec. Gew. 2,131 }

Fühlt sich fein und ziemlich mager an.

In Wasser unter Knistern zerspringend.

Dieses Mineral kommt, nach v. Herder, in ziemlicher Menge zu Rudniak in Serbien auf einem mit Quarz und braunem Eisenocker ausgefüllten Gange vor. — Es giebt beim Glühen im Glaskolben Wasser aus, welches weder alkalisch noch sauer reagirt, und ohne einen Rückstand zu hinterlassen verdampft. Das Mineral verliert hierbei seine eigenthümliche Farbe und wird bräunlichgrau. In der Pincette vor dem Löthrohr, mit der Spitze der blauen Flamme stark erhitzt, schmilzt der Miloschin nicht, theilt auch dieser, weder für sich allein, noch nach dem Befeuchten mit Schwefelsäure, eine Färbung mit. Borax löst ihn träge, aber vollständig auf. Die Perle erscheint, nach der Behandlung im Oxydationsfeuer, in der Wärme gelb, nach dem Erkalten gelblichgrün. Im Reductionsfeuer behandelt, zeigt sie, sowohl warm als erkaltet, eine smaragdgrüne Farbe.

Von Phosphorsalz wird das Mineral langsam, unter Abscheidung eines Kieselskelettes, zu einem, nach völligem Erkalten, smaragdgrünen Glase aufgelöst. Mit Soda auf Kohle geschmolzen, entsteht eine unklare, schmutzig ziemlich gelbe Masse. Während der Schmelzung bildet sich kein Beschlag auf der Kohle, auch zeigen sich, nach dem Aufreiben und Schlämmen der geschmolzenen Masse, keine Metalltheilchen. — Mit Borsäure und Eisen behandelt, giebt sich kein Phosphorsäuregehalt zu erkennen. Chlorwasserstoffsäure zerlegt das Mineral nur theilweise; sie färbt sich grün von Chromoxydul und es bleibt ein starker grünlichgrauer Rückstand. Beim Kochen des Miloschins mit Schwefelsäure und Erhitzen der erhaltenen Masse mit aufgelöster Weinsteinsäure wurde eine *grüne* Flüssigkeit erhalten. — Die qualitative Analyse dieses Minerals durch Schmelzen mit kohlenisaurem Na-

tron ergab, daß dasselbe aus *Kieselerde*, *Thonerde*, *Chromoxyd*, *Wasser* und geringen Mengen von *Kalkerde*, *Talkerde* und *Eisenoxyd* bestehe, ingleichen gab sich beim Schmelzen mit kohlensaurem Baryt deutlich eine Spur *Kali* zu erkennen.

Zur Ermittlung der quantitativen Zusammensetzung des Minerals wurde dasselbe mit 3 Theilen entwässerten kohlen sauren Natrons geschmolzen. Die Masse sinterte bloß zusammen und hatte auf der Oberfläche eine gelbe Farbe. Sie wurde hierauf mit Chlorwasserstoffsäure behandelt, welche sich anfangs gelb, bei längerer Erhitzung aber schön smaragdgrün färbte. — Die Kieselerde schied man auf die gewöhnliche Weise ab. Da sie nach dem Glühen bräunlich von chromsaurem Chromoxyd gefärbt erschien, so wurde sie nochmals mit Soda und ein wenig Salpeter geschmolzen, worauf die geschmolzene Masse wiederum mit Chlorwasserstoffsäure aufgeweicht und die Kieselerde durch Verrauchen der Auflösung getrennt ward. Sie erschien nun weiß, jedoch noch mit einem Stich in's Gelbe. — Die hierbei erhaltene Auflösung wurde der Hauptflüssigkeit beigefügt, diese mit Alkohol erhitzt und sodann mit Chlorammonium versetzt, worauf man Thonerde und Chromoxyd gemeinschaftlich in der Wärme durch kaustisches Ammoniak fällte. Der Niederschlag wurde schnell unter Abschlufs der Luft filtrirt, durch Kochen mit Kalilauge zerlegt; hierbei erhielt ich die Flüssigkeit längere Zeit im Sieden, um die kleinen Mengen des sich anfangs auflösenden Chromoxyds vollständig zu fällen. Das Chromoxyd wurde sodann geglüht, wobei es die bekannte Feuererscheinung zeigte, und nun gewogen. Da dasselbe noch ein wenig Thonerde und Talkerde enthalten konnte, so wurde es in einem Porcellantiegel mit Salpeter geschmolzen; nach dem Aufweichen der geschmolzenen Masse blieben jedoch nur einige zarte Flocken von Eisenoxyd zurück. Die Thonerde wurde aus der vom Chromoxyd

abfiltrirten Flüssigkeit auf die gewöhnliche Weise abgeschieden. Aus der Hauptflüssigkeit fällte man nun durch oxalsaures Kali eine kleine Menge Kalkerde, welche durch Glühen und Befeuchten mit kohlensaurem Ammoniak in kohlen sauren Kalk verwandelt wurde. Die zurückgebliebene Flüssigkeit versetzte ich nun mit kohlen saurem Natron, dampfte sie hierauf zur Trockniss und glühte die Salzmasse sodann zur Verflüchtigung der ammoniakalischen Salze. Nach der Behandlung des Rückstandes mit Wasser blieb eine geringe Menge Talkerde zurück, welche, mit Soda auf Platinblech geschmolzen, keine Reaction auf Mangan zeigte.

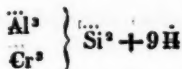
2 Grm. Miloschin verloren bei zweimaligem Glühen 0,466 Grm. = 23,30 Proc. Wasser. 3 Grm. desselben gaben bei der Analyse:

Thonerde	=1,3503 Grm.
Kieselerde	=0,8250 -
Chromoxyd	=0,1083 -
Kalkerde	=0,0090 -
Talkerde	=0,0060 -
Wasser	=0,6990 -
Kali	} Spur
Eisenoxyd	
	<hr/> 2,9976 Grm.

oder 100 Th. des Miloschins sind zusammengesetzt aus:

Thonerde	45,01
Kieselerde	27,50
Chromoxyd	3,61
Kalkerde	0,30
Talkerde	0,20
Wasser	23,30
Kali	} Spur
Eisenoxyd	
	<hr/> 99,92.

Der Miloschin ist daher ein Zwei-Neuntel Silicat von Thonerde und Chromoxyd mit Wasser, und seine Zusammensetzung wird, wenn man die kleinen Mengen von Kalkerde und Talkerde unberücksichtigt läßt, durch die Formel:



ausgedrückt.



## XVII. *Chemische Untersuchung des Wolchonskoits; von C. Kersten.*

**B**erthier hat den Wolchonskoit aus dem Kreise Ochansk des Gouvernements Perm bereits analysirt und zusammengesetzt gefunden aus:

Chromoxyd	34,0
Eisenoxyd	7,2
Talkerde	7,2
Kieselerde	27,2
Wasser	23,2
	<hr/> 98,8.

Da indessen diese Zahlen keine Verbindungsformel geben (vergl. Berzelius's Jahresbericht, XIV. Jahrg. S. 196), dieses Mineral zu dem Miloschin in naher Beziehung steht, und ich ein sehr schönes reines Stück davon von einem der hier studirenden Kais. Russischen Berg-Ingenieure erhalten hatte, so wurde ich hierdurch veranlaßt, die Analyse dieses Minerals zu wiederholen.

Beim Erhitzen im Glaskolben giebt der Wolchonskoit viel Wasser aus, welches die Reactionspapiere nicht verändert, während jener seine grüne Farbe in Bräunlichschwarz verwandelt. Beim Erhitzen in der Pincette

vor dem Löthrobre zeigt er sich unschmelzbar, ertheilt auch dem blauen Dunst der äufseren Flamme, sowohl für sich allein, als mit Schwefelsäure befeuchtet, keine Färbung. Borax löst das Mineral träge zu einer klaren Perle auf, welche, im Oxydationsfeuer behandelt, nach völligem Erkalten schön smaragdgrün erscheint. Von Phosphorsalz wird es ebenfalls, mit Hinterlassung eines Kieselskelettes, im Oxydationsfeuer zu einem nach dem Erkalten smaragdgrünen Glase aufgelöst. Mit Soda auf Kohle schmilzt das Mineral zu einer röthlich gelben Masse, zugleich bildet sich ein zarter gelblicher Beschlag. Nach dem Schlämmen der Masse bleiben graue, glänzende, geschmeidige Metallblättchen zurück, welche, mit etwas Soda auf Kohle geschmolzen, einen in der Wärme citrongelben, erkaltet schwefelgelben Beschlag von *Bleioxyd* geben. — Bei Behandlung des Minerals mit einer Phosphorsalzperle, die mit Kupferoxyd gesättigt war, gab sich *kein* Chlorgehalt zu erkennen, imgleichen keine Phosphorsäure, als das Mineral mit Boraxsäure und Eisen behandelt wurde. Gegen Chlornasserstoffsäure verhält sich der Wolchonskoit genau wie der Miloschin; er wird nämlich beim Erhitzen damit blofs unvollständig zerlegt, und die Säure färbt sich nur grün von etwas aufgelöstem Chromoxyd. Berthier führt an, dafs der Wolchonskoit in concentrirter und siedender Salzsäure gelatinire; bei meinen Versuchen verhielt sich derselbe aber nicht so; die Säure zog blofs etwas Chromoxydul aus und das Mineral veränderte sich anscheinend nicht. — Durch die Präliminaranalyse, bei welcher der Wolchonskoit durch Schmelzen mit der 3fachen Menge von gleichen Theilen kohlen sauren Natrons und Salpeter aufgeschlossen wurde, fand man, aufser den von Berthier angegebenen Bestandtheilen, noch eine nicht unbedeutende Menge Thonerde, ferner Bleioxyd und Mangan oxyd auf; durch Zerlegung mittelst kohlen sauren Baryts eine kleine Menge *Kali*. Durch besondere Versuche

wieß ich nochmals die Abwesenheit von Phosphorsäure, Schwefelsäure und Chlor nach. — Bei der quantitativen Analyse wurde das Mineral durch das oben angegebene Gemenge von Soda und Salpeter aufgeschlossen, im Uebrigen ein ähnlicher Gang, wie bei der vorstehenden Analyse eingeschlagen. Das Mineral schmolz mit jenem Gemenge zu einer gelben Masse, welche sich unter Chlor-entwicklung mit bräunlichgelber Farbe in Chlorwasserstoffsäure vollständig auflöste. Nach Abscheidung der Kieselerde, welche man, um alles gebildete Chlorblei aufzulösen, stark mit siedendem Wasser aussüßte, wurde das Blei aus der grünen Auflösung durch Schwefelwasserstoffgas gefällt, und das erhaltene Schwefelblei durch rauchende Salpetersäure in schwefelsaures Blei verwandelt. Die erhaltene Kieselerde erschien völlig weiß, und zeigte sich sowohl vor dem Löthrohre, als bei der Behandlung mit einer Auflösung von kohlensaurem Natron vollkommen rein. Es war daher nicht nöthig, dieselbe, wie es bei der Zerlegung des Miloschins geschehen mußte, noch einer weiteren Behandlung zu unterwerfen.

Es scheint demnach zweckmäßig zu seyn, bei der Aufschließung chromhaltiger Mineralien ein Gemenge von gleichen Theilen Salpeter und kohlen-sauren Natrons anzuwenden, indem man dann des nachmaligen Schmelzens der ausgeschiedenen Kieselerde mit Salpeter überhoben ist. Der Platintiegel scheint bei Anwendung dieses Gemenges kaum merklich angegriffen zu werden, wenn man den Boden und die Seitenwände desselben zuvor mit Soda, die mit etwas Wasser zu einem Brei angerührt worden ist, überzogen hat.

Nach dem Mittel von drei Glühungsversuchen beträgt der Wassergehalt des Wolchonskoits 21,84 Proc. Der Rückstand nach dem Glühen äußerte keine Wirkung auf den Magnet. — Da die von mir bei der ersten Analyse dieses Minerals erhaltenen Resultate bedeutend von denen abwichen, welche Berthier erhalten

hat, so wiederholte ich die Untersuchung noch einmal, bekam aber fast genau wieder dieselben Zahlenwerthe. — Nach dem Mittel beider Analysen besteht der Wolchonskoit aus:

Kieselerde	37,01
Chromoxyd	17,93
Eisenoxyd	10,43
Thonerde	6,47
Talkerde	1,91
Manganoxyd	1,66
Bleioxyd	1,01
Wasser	21,84
Kali	Spur
	<hr/> 98,26.

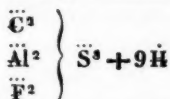
Bemerkenswerth ist der Bleioxydgehalt dieses Minerals!

Da man in den wenigen Silicaten, in welchen bis jetzt Bleioxyd gefunden wurde, auch kleine Mengen von Zinnoxid wahrnahm, wie im Kieselgalmey, Chlorit u. s. w., so unterwarf ich auch den Wolchonskoit einer Prüfung hierauf. Es wurde nämlich der durch Schwefelwasserstoffgas erhaltene Niederschlag von Schwefelwasserstoffblei mit Schwefelwasserstoff-Ammoniak digerirt, die Flüssigkeit sodann verdampft und der Rückstand nach dem Glühen mit Soda auf Kohle behandelt. Hierbei gab sich jedoch keine Spur von Zinn zu erkennen, sondern man erhielt nur einige höchst geringe Metalltheilchen, welche unschmelzbar waren, sich in Borax nicht auflösen, und in Spuren von Platin aus dem Platintiegel bestanden.

Berthier hält den Wolchonskoit für ein Gemenge von  $\text{CrH}^3$  mit einem wasserhaltigen Silicate von Talkerde und Eisenoxyd. Berzelius (a. a. O. S. 196) glaubt dagegen, daß das Mineral ohne Zweifel ein Gemenge von wasserhaltigen Silicaten von Talkerde, Eisenoxyd und Chromoxyd sey.



Da in dem Wolchonskoit der Sauerstoff des Chromoxyds, Eisenoxyds und der Thonerde zusammen  $\frac{2}{3}$  vom Sauerstoff der Kieselerde beträgt, und der Sauerstoff des Wassers dem der Kieselerde gleich ist, so könnte seine Zusammensetzung vielleicht durch die Formel:



ausgedrückt werden, wobei jedoch nicht unbemerkt bleiben darf, daß diese Sättigungsstufe des Silicats ungewöhnlich, und meines Wissens nur im Porcellanthon von Passau von Forchhammer (s. Ann. Bd. XXXV S. 334) gefunden worden ist.

---

### XVIII. *Ueber den Boulangerit;* *von C. Rammelsberg.*

---

In der letzten Zeit ist mehrmals die Untersuchung eines aus Schwefelantimon und Schwefelblei bestehenden und Boulangerit genannten Minerals mitgetheilt worden, welches in seiner Zusammensetzung dem Rothgültigerz analog ist, und nur statt des Silbers Blei enthält, indem 1 At. Schwefelantimon mit 3 At. Schwefelblei zu  $\text{Pb}^3\text{Sb}$  verbunden ist. Demzufolge bildet dieß Mineral ein Glied jener zahlreichen Klasse von natürlichen Schwefelsalzen des Antimons und Bleis, deren Zusammensetzung folgende Reihe darstellt:

Boulangerit	$\text{Sb}^{\text{'''}} \text{Pb}^{\text{'}}$
Federerz	$\text{Sb}^{\text{'''}} \text{Pb}^{\text{'}}$
Plagionit	$\text{Sb}^3 \text{Pb}^4$
Jamesonit	$\text{Sb}^2 \text{Pb}^3$
Zinkenit	$\text{Sb}^{\text{'''}} \text{Pb}^{\text{'}}$

Zuerst untersuchte Boulanger das Fossil aus der Gegend von Molières im Depart. Gard in Frankreich, ohne jedoch eine genügende mineralogische Charakteristik desselben zu geben <sup>1)</sup>. Sodann wurde von Thaulow eine am Nasafeld in Lappland vorkommende Varietät, welche mit dem Jamesonit viel Aehnlichkeit zeigt <sup>2)</sup>, so wie kürzlich von Bromeis eine andere von der Staroserentnischen Grube bei Nertschinsk chemisch untersucht, und ihr mineralogischer Charakter von Hausmann angegeben <sup>3)</sup>.

Diese Mineralgattung — denn als solche erweist sie sich durch ihre constante Zusammensetzung — scheint indessen nicht so selten zu seyn, wie man vielleicht glauben möchte, nur ist sie höchst wahrscheinlich oft verkannt worden; sie kommt außerdem in der Silbergrube Alkavari in Luleå Lappmark vor, und ohne Zweifel gehörte mancher dichte antimonhaltige Bleiglanz, so wie, nach Berzelius's Bemerkung <sup>4)</sup>, Breithaupt's Plumbostib und Embrithit, beide von der Grube Algaischinski bei Nertschinsk, hieher. Der Zweck vorliegender Notiz ist der, zu zeigen; dafs dieses Fossil auch in Deutschland vorkommt; ich erhielt es als derben Bournonit von Ober-Lahr in der Grafschaft Sayn-Altenkirchen.

In den äufseren Eigenschaften finden, wie es scheint, bei den einzelnen Varietäten einige Abweichungen statt. Die von Molières soll krystallinisch seyn, die aus Lappland und Sibirien ist faserig, die von Ober-Lahr zeigt eine Art von blättrigem Gefüge, und, mit der Loupe betrachtet, erscheint sie feinkörnig; alle sind bleigrau von Farbe, von schwachem, seidenartigem, metallischem

1) *Annal. des Mines*, 3. Ser. VII, p. 575, und diese Annalen, Bd. XXXVI S. 484.

2) Diese Annalen, Bd. XXXXI S. 216.

3) A. a. O. Bd. XXXXVI S. 281.

4) Dessen Jahresbericht, No. XVIII S. 221.

Glanz, und besitzen gröfsere Härte als Bleiglanz. Das spezifische Gewicht ist bei dem von

Molières	=5,97
Nertschinsk	=5,941—5,688 (bei 16° C.)
Ober-Lahr	=5,813 (bei 13° C.)

es hat mithin das höchste spezifische Gewicht unter den verwandten Fossilien, denn dasselbe ist bei

Jamesonit	=5,50—5,80
Plagionit	=5,40
Zinkenit	=5,30—5,35.

Sein Löthrohrverhalten ist das dieser Fossilien.

In concentrirter Chlorwasserstoffsäure löst es sich beim Kochen vollständig auf.

Zur Uebersicht möge hier eine Zusammenstellung der davon vorhandenen Analysen folgen, von denen die beiden letzten, die Varietät von Ober-Lahr betreffend, in meinem Laboratorium von Hrn. O. Abendroth aus Dresden mit Anwendung der Zerlegungsmethode mittelst Chlorgas auf bekannte Art ausgeführt wurden.

	Nach Boulanger.	Thaulow.	Bromeis.	Abendroth.	
				a.	b.
Blei	53,9	55,57	56,288	55,60	54,74
Antimon	25,5	24,60	25,037	25,40	24,50
Schwefel	18,5	18,86	18,215	19,05	18,88
Eisen	1,2	—	—	—	0,59
Kupfer	0,9	—	—	—	—
	100	99,03	99,540	100,95	98,71.

Die der Formel  $Pb^3 Sb$  entsprechende Mischung würde seyn:

Blei	57,780
Antimon	24,125
Schwefel	18,095
	100

Wahrscheinlich ist immer etwas Antimonglanz eingemengt, wie es insbesondere bei dem sibirischen und deutschen zu bemerken ist. Das deutsche Fossil schließt außerdem einzelne kleine Quarzkrystalle ein.

---

XIX. *Delvauxit (Delvauxène), ein neues Mineral.*

---

**D**iefs, von Hrn. Delvaux i. J. 1793 zu Berneau bei Visé gefundene Mineral, stellt derbe, spröde, nierenförmige Massen dar, von vollkommen muschligem Bruch, von Harzglanz und schwarzer, röthlich- oder gelblichbrauner Farbe, die beim Pulver noch heller ist. Es ist nur an dünnen Kanten durchscheinend. In Härte zwischen Kalkspath und Gyps. Spec. Gew. = 1,85. Erhitzt, giebt es Wasser aus, beim Rothglühen 42 Procent. Vor dem Löthrohr verknistert es und schmilzt zu einer grauen, sehr magnetischen Eisenkugel. In Wasser zerfällt es, mit Salzsäure braust und gelatinirt es, eine braune Lösung gebend. Nach Hrn. Dumont's Analyse der rothbraunen (No. 1) und braunschwarzen Abart (No. 2) besteht es aus:

	No. 1.	No. 2.
Phosphorsäure	13,60	14,30
Eisenoxyd	29,00	31,60
Wasser	42,20	40,40
Kohlens. Kalk	11,00	9,20
Kieselerde	3,60	4,40
	<hr/> 99,40	<hr/> 99,90

so dafs es, nach Abzug des kohlensauren Kalks und der Kieselerde, ein halb phosphorsaures Eisenoxyd mit 6 At. Wasser seyn würde. (*Phil. Mag. Ser. III Vol. XIV p. 474.*)

---

XX. *Ueber einen bleihaltigen Arragonit von  
Tarnowitz in Oberschlesien;  
von Th. Boettger.*

Dieser Arragonit findet sich nur derb, in größeren und kleineren Parthieen, die mit derbem Bleiglanz verwachsen sind, und aus mehr oder weniger grofskörnigen Zusammensetzungsstücken bestehen, die selbst wieder aus stänglichen, von einem Punkte aus excentrisch auslaufenden Stücken zusammengesetzt sind. Er ist nicht spaltbar, von Farbe grünlichgrau, die im Allgemeinen licht und in den verschiedenen concentrischen Lagen mehr oder weniger intensiv ist; an den verschiedenen Stellen zeigt er etwas mehr oder weniger Glasglanz, der auf dem unebenen und splittrigen Querbruch in Fettglanz übergeht; an den Kanten ist er stark durchscheinend und sein spec. Gewicht wurde zu 2,977 (bei 11° C.) bis 2,986 (bei 13° C.) gefunden. Bei der zweiten Wägung waren blofs Stückchen von dunkleren Parthieen angewendet worden; es mag jedoch die geringe Differenz im Wägen selbst liegen.

Farbe und Vorkommen dieses Arragonits veranlafsten den Hrn. Prof. G. Rose denselben mir zur chemischen Untersuchung zu geben, die ich in dem Laboratorio des Hrn. Prof. H. Rose vorgenommen habe.

Verhalten vor dem Löthrohre.

1) Kleine Stückchen des Arragonits in einem Glaskölbchen erhitzt, brannten sich mürbe, ohne zu decrepitiren, und färbten sich mit Verlust ihres Glasglanzes graulichweifs. Die Glasröhre beschlug während des Erhitzens mit einer sehr geringen Menge Wassers.

2) Zwischen den Platinspitzen der Pincette mit der

Spitze der blauen Flamme angeblasen, zeigte sich anfangs deutlich eine azurblaue Färbung der äußeren Flamme, welche später mit Röthlich gemengt und endlich rein röthlich erschien. Der geglühte Arragonit reagirte auf Lackmuspapier alkalisch.

3) Auf Kohle für sich im Oxydationsfeuer brennt sich der Arragonit kaustisch (eben so im Reductionsfeuer), leuchtet sehr stark und giebt einen Beschlag von Bleioxyd.

4) Zu Borax und Phosphorsalz verhält sich der Arragonit wie kohlen saure Kalkerde; wird jedoch die gesättigte Boraxperle auf Kohle im Reductionsfeuer behandelt, so entsteht ein geringer Beschlag von Bleioxyd.

5) Gegen Soda verhält sich das Mineral ebenfalls wie kohlen saure Kalkerde, jedoch mit dem Unterschiede, daß auf Kohle ein geringer Bleioxydbeschlag entsteht.

#### Quantitative Analyse.

1,4545 Grm. des Arragonits wurden in einem, zuvor sorgfältig ausgetrockneten, Glaskölbchen mäfsig erhitzt, so lange, als sich noch Wasserdämpfe an den Wänden des Kölbchens condensirten; sie verloren dadurch 0,002 Grm. oder 0,137 Proc. an Gewicht, als Decrepitationswasser. Die einzelnen Stückchen waren alsdann ganz undurchsichtig, mürbe und leicht zerreiblich geworden; sie reagirten, auf geröthetem Lackmuspapier mit reinem Wasser befeuchtet, nicht im Mindesten alkalisch.

3,338 Grm. des Arragonits wurden in einem Glaskolben mit etwas Wasser übergossen, nach und nach reine Salpetersäure zugesetzt und von Zeit zu Zeit mäfsig erwärmt, bis die Auflösung erfolgt war. Er löste sich unter Aufbrausen vollständig zu einer wasserhellen Flüssigkeit auf. Die Auflösung wurde mit etwas Wasser verdünnt und hierauf durch Zusatz von Schwefelwasserstoffwasser der ganze Bleigehalt ausgefällt. Die Menge

des Schwefelbleies betrug 0,1215 Grm., welches 4,068 Proc. kohlen-sauren Bleioxyds im Arragonit entspricht. Das Schwefelblei wurde durch Behandlung mit reiner rauchender Salpetersäure in schwefelsaures Bleioxyd umgewandelt, dessen Menge 0,14725 Grm. betrug, 0,1298 Grm. kohlen-sauren Bleioxyds entsprechend, was 3,889 Proc. beträgt. Bei Umänderung des Schwefelbleies in schwefelsaures Bleioxyd hatte durchaus kein mechanischer Verlust stattgefunden; es kann daher dem Schwefelblei freier Schwefel beigemischt gewesen seyn, und war allerdings das zur Fällung angewendete Schwefelwasserstoffwasser etwas trübe, so daß demnach die dem schwefelsauren Bleioxyd entsprechende Quantität von kohlen-saurem Bleioxyd als richtiger anzunehmen ist.

Die vom Schwefelblei abfiltrirte Flüssigkeit wurde, nach vollständiger Entfernung des Geruchs nach Schwefelwasserstoff, ammoniakalisch gemacht, und durch Oxalsäure die Kalkerde gefällt; es wurden 3,2025 Grm. oder 95,940 Proc. kohlen-saurer Kalkerde erhalten.

Um zu erfahren, ob der Arragonit neben dem kohlen-sauren Bleioxyde zugleich kohlen-saure Strontianerde enthalte, wurde die ganze Menge der erhaltenen kohlen-sauren Kalkerde in einem Digerirkolben, unter den bekannten Vorsichtsmafsregeln in ein möglichst neutrales salpetersaures Salz umgeändert. Die salpetersaure Auflösung wurde zur dicklichen Consistenz abgeraucht, in einem mäfsig erwärmten Sandbade zur völligen Trockne gebracht, und endlich die trockne salpetersaure Salzmasse vorsichtig mit absolutem Alkohol behandelt. Hierbei blieb nur eine sehr geringe Menge einer pulverförmigen Substanz ungelöst, welche, in einem sehr fein zertheilten Zustande, in der Flüssigkeit suspendirt, erst nach mehreren Tagen sich vollständig absetzte. Hierauf wurde der Rückstand auf ein gewogenes Filtrum gebracht, mit absolutem Alkohol vollständig ausgesüßt und hierbei der Zutritt der Luft so viel als möglich gehindert. Das Fil-

trum wurde mit dem Rückstande sogleich im Wasserbade getrocknet, und das Gewicht des letzteren zu 0,005 Grm. gefunden. Davon wurde ein Theil mit Soda vor dem Löthrohre im Oxydationsfeuer behandelt; die Soda schmolz klar und durchsichtig, und wurde unter der Abkühlung unklar, während in der flüssigen, klar schmelzenden Masse einzelne Theile unaufgelöst vertheilt zurückblieben, welche bei fortdauerndem Blasen leuchtend wurden. Nach Hrn. Plattner's Angabe (Poggend. Annal. Bd. XXXVI S. 308) hat die Kalkerde diese Eigenschaft, die Strontianerde aber schmilzt mit Soda auf Platinblech vollständig zu einer klaren durchsichtigen Masse. Der übrige Theil des Rückstandes wurde auf dem Filtrum mit sehr wenigem Wasser unter Zusatz eines Tropfens Chlorwasserstoffsäure behandelt; er löste sich unter Brausen vollständig auf. Zu einem Theile dieser Auflösung wurde oxalsaures Ammoniak gesetzt, wodurch sehr bald eine Trübung und ein weißer Niederschlag erfolgte, zu dem übrigen Theile reine klare Gypsauflösung gesetzt, durch welche aber nicht die kleinste Spur eines Niederschlages hervorgebracht wurde. Es mußte demnach ein kleiner Theil der salpetersauren Kalkerde beim Abdampfen seine Salpetersäure verloren und in kohlensaure Kalkerde sich umgeändert haben.

Der Arragonit wurde nach dem Vorhergehenden zusammengesetzt gefunden aus:

		in 100 Theilen
kohlensaurer Kalkerde	3,2025 Grm.	95,940
kohlensaurem Bleioxyd	0,1298 -	3,859
Decrepitationswasser	—	0,157
		<hr/> 99,966.

Um von der Abwesenheit des Strontians noch genüendere Ueberzeugung zu erhalten, wurde der Versuch mehrmals wiederholt, und zwar ein Mal genau so verfahren, wie oben beschrieben, und dabei ebenfalls



ein in Alkohol unlöslicher, sehr geringer Rückstand erhalten; das andere Mal wurde das Abdampfen bis zur völligen Trockniss im Wasserbade bewerkstelligt. Bei dem letzteren Verfahren löste sich die salpetersaure Salzmasse bis auf einen unwägbaren Rückstand in Alkohol auf. Das eine Mal, wobei vorzugsweise dunkle Parthieen zur Analyse verwendet wurden, ergab sich der Gehalt des Arragonits an kohlensaurem Bleioxyd zu 3,565 Proc., das andere Mal, bei Anwendung der lichterern Parthieen zu 2,564 Proc. — Endlich wurde noch eine Quantität der lichterern Parthieen des Arragonits in möglichst wenig verdünnter Salpetersäure aufgelöst, die Auflösung sogleich zur Trockne abgedampft, die trockne Salzmasse mit absolutem Alkohol behandelt, der Rückstand auf ein gewogenes Filtrum gebracht, getrocknet und gewogen. Hierauf wurde derselbe mit Wasser, unter Zusatz von etwas Salpetersäure, aufgelöst, und zu der Auflösung Schwefelwasserstoffwasser hinzugefügt, das Schwefelblei durch ein gewogenes Filtrum abfiltrirt, das Gewicht desselben bestimmt, und sodann durch rauchende Salpetersäure in schwefelsaures Bleioxyd umgeändert. Das Gewicht des schwefelsauren Bleioxyds entsprach ziemlich genau der gefundenen Menge von salpetersaurem Bleioxyd; als kohlensaures Bleioxyd berechnet, betrug die Menge desselben 2,416 Proc. Die vom Schwefelblei abfiltrirte Flüssigkeit wurde verdampft und hinterließ keinen wägbaren Rückstand, so daß also auch auf diese Weise kein Strontiangehalt im Arragonit nachzuweisen war.

Die untersuchte Verbindung von kohlensaurer Kalkerde mit kohlensaurem Bleioxyd hat ganz das Ansehen eines Arragonits; der Mangel an deutlicher Spaltbarkeit und das hohe spec. Gewicht macht sie gleich als einen solchen kenntlich. Sie unterscheidet sich demnach von einer ähnlichen Verbindung von kohlensaurer Kalkerde und kohlensaurem Bleioxyd, die Johnston beschrieben (Poggend. Annal. Bd. XXV S. 312) und mit dem Na-

men Plumbocalcit belegt hat, die aber die Form des Kalkspaths besitzt. Wenn diese Verbindung sehr auffallend war, da man bisher das kohlensaure Bleioxyd noch nicht in der Form des Kalkspaths gekannt hatte, so ist dagegen dieser neue Plumbocalcit ganz mit unseren bisherigen Kenntnissen in Uebereinstimmung, da das reine kohlensaure Bleioxyd nur in der Form des Arragonits bekannt ist, und es könnte nur auffallen, daß ähnliche Verbindungen bis jetzt noch nicht bekannt gewesen sind, und daher nicht häufig vorzukommen scheinen. Dieser neue Plumbocalcit schließt sich aber den meisten übrigen Arragoniten an, die, wie Stromeyer gezeigt hat, kleine Mengen von kohlensaurer Strontianerde enthalten, welche hier durch kohlensaures Bleioxyd ersetzt ist.

---

XXI. *Ueber dem bloßen Auge unsichtbare Kalkthierchen und Kieselthierchen als Hauptbestandtheile der Kreidegebirge;*

*von C. G. Ehrenberg.*

(Aus den Berichten der K. Preuss. Academie.)

---

**D**er Verf. theilte 1836 der Academie mit, daß aus seiner mikroskopischen Untersuchung der Kreide und anderer Kalkarten sich ein charakteristisches, einer Krystallisation, wenn nicht ganz gleiches, doch sehr ähnliches Verhältniß bei den kleinsten Theilen der Kreide gefunden habe, welche als regelmäßige elliptische gekörnte Blättchen erschienen. Die weitere Untersuchung des organischen Einflusses auf die Kalkbildung hat noch andere merkwürdige Resultate ergeben. Die Kreide von Puskarsz in Ostpreußen, von der Insel Rügen, von Schonen, von den dänischen Inseln, von Gravesand,

Brighton und Norwich in England, von Irland, von Meudon bei Paris, und von Cattolica und Castrogiovanni bis an die Küste von Girgenti in Sicilien zeigt zwei verschiedene Zustände, einen unorganischen, wohl secundären, welcher sich durch die höchst regelmässigen elliptischen gekörnten Blättchen und deren Fragmente oder Anfänge ausspricht, und einen organischen, wahrscheinlich primitiven, welcher aus mikroskopischen Polythalamien besteht. Alles was man von kleinen, dem bloßen Auge nur als Körnchen sichtbaren mikroskopischen Kalkthieren, Nautiliten oder Polythalamien des Meeres-Sandes und der Tertiärbildung seit 100 Jahren von Janus Plancus und Soldani an bis auf die neueste Zeit berichtet hat, wird weit übertroffen durch die zahllosen Mengen viel kleinerer, dem bloßen Auge völlig unsichtbarer Thierchen, welche der Verf. neuerlich als einige jener ganzen Kreidegebirge bildend beobachtet hat. Wenn schon d'Orbigny, Nilsson, Pusch und andere geologische und zoologische verdienstvolle Beobachter von einzelnen grösseren Formen polythalamischer Nautiliten in der Kreide Frankreichs, Schwedens und der Bukowina seit 1826 berichtet haben, wenn der Verf. selbst früher (1836) der Academie die Existenz von vielen kalkschaligen Polythalamien in den Feuersteinen der Kreide anzeigte, welche wohl auf die Anwesenheit überaus grosser Mengen solcher Körperchen in der Kreide schliessen liessen, und wenn er diese in der 1837 gedruckten Tabelle *Rotalites ornatus* (*Lenticulina Lonsdale*) und *Textularia globulosa* (*Discorbis Lonsd.*) als Hauptformen an Polythalamien, *Cypris Faba?* aber (*Cytharina Lonsd.*) als ein Entomostrakon der Kreide nannte, wenn ferner Hr. Lonsdale in London neuerlich (1837) bis 1000, mit dem bloßen Auge als weisse Körnchen sichtbare, in 1 Pfund englischer Kreide fand, so sind die Zahlen und Massen, welche die neueste Beobachtungsmethode dem Verf. an, mit bloßem Auge meist ganz un-

sichtbaren Formen ergeben hat, von ihm zwar erwartet, aber bei weitem gröfser. Er bediente sich hierzu einer besonderen Beobachtungsmethode.

Da nämlich der Kalk und die Kreide beim Verdünnen mit Wasser und 300maliger Vergröfserung aufser den gekörnten Blättchen noch gröbere undurchsichtige Theile enthält, die anfangs nur dunkle Pakete von jenen elliptischen Blättchen oder kleine Fragmente gröfserer Organismen zu seyn schienen, so versuchte der Verf. verschiedene, die Durchsichtigkeit verstärkende Oele und Balsame, von deren Wirkung und Anwendbarkeit er schon bei Infusorien Gebrauch gemacht, und in dem Infusorienwerke Meldung gethan hatte, die aber dort weniger vortheilhaft erschienen, indem sie bei vielen Formen die Durchsichtigkeit bis zum Verschwinden aller Schattirungen und Umrisse erhöhten. Ganz ausgezeichnet gelangen diese Experimente aber bei den Kreidethierchen, und ganz besonders schön durch Terpentin, dessen beste Art auch des Geruchs halber die der *Pinus balsamea* ist, welche als *Balsamum canadense* in den Officinen gehalten wird. Die Anwendung desselben auf dünn vertheilte trockne Kreide gab ihm, besonders nach dem Erwärmen, als klares, früher nur undeutliches Resultat, dafs dieselbe eine so überaus grofse Zahl von mikroskopischen, bisher unbekannten Polythalamien oder sogenannten Nautiliten von nur  $\frac{1}{24}$  bis  $\frac{1}{288}$  Linie Gröfse enthält, dafs oft weit über 1 Million auf jeden Kubikzoll, mithin weit über 10 Millionen auf 1 Pfund Kreide kommen. In der weifsen und gelben Kreide des nördlichen Europa's sind die dem krystallinischen analogen Theile, dem Volumen der Masse nach, den organischen Ueberresten zuweilen gleich oder etwas mehr; allein in der südeuropäischen Kreide sind dieselben Organismen und deren sichtliche Fragmente bei weitem überwiegend, und diese bestehen, wie es scheint, ausschliesslich aus wohl erhaltenen Polythalamien. Wenn aber von Mil-

lionen Polythalamien in jedem Kubikzoll gesprochen wurde, so waren damit nur die wohl erhaltenen gemeint, deren der vierte Theil einer Kubiklinie oder jeder  $\frac{1}{17}$  Gran Kreide oft 150 bis 200 zählen läßt, was 600 bis 800 auf jede Kubiklinie, etwa 1800 bis 2400 auf jeden Gran und 1 036 000 bis 1 392 400 auf jeden Kubikzoll ergibt.

Außer den polythalamischen Kreidethierchen haben sich in Gravesand bei London auch Kiesel-Infusorien in der Kreide gefunden <sup>1)</sup>. Ferner fanden sich in dem, in Paris von Hrn. E. untersuchten Polirschiefer aus Oran in Afrika (tertiärem Mergel nach Rozet) Kreidethierchen, dieselben fand er neuerlich auch im Polirschiefer von Zante, ja es hat sich zuletzt ergeben, daß aller Kreidemergel Siciliens, welcher Gebirgszüge daselbst bilden hilft, und den Friedrich Hoffmann als sicheres Glied der Kreideformation erkannt hat, aus sehr wohl erhaltenen Kiesel-Infusorien mit Einschluss mehrerer der charakteristischen Kreidethierchen gebildet ist. Aehnliche Kreide-Infusorien-Mergel oder kalkhaltige Polirschiefer sind vom Verf. in griechischen Mineralien, welche Hr. Fiedler in Dresden mitgebracht hat, in drei Proben derselben erkannt worden, und es hat sich ergeben, daß viele Kiesel-Infusorien des Kreidemergels von Sicilien, Oran, Zante und Griechenland übereinstimmend dieselben, sonst nirgends beobachteten Arten sind. Endlich hat der Verf. bei Untersuchung des ägyptischen Nummuliten-Kalkes von Cahira und den Pyramiden von Gyzeh, deren Proben er selbst von dort mitgebracht hat, auch in diesem die mikroskopischen Thierchen der süd- und nordeuropäischen Kreide beobachtet. Es scheint, daß sich hieraus folgende Resultate ergeben:

1) Viele, wahrscheinlich sämmtliche europäische Krei-

- 1) In den Feuersteinen daselbst sah der Verf. auch deutliche Fischschuppen, zuerst bei Hrn. Bowerbank in London, fand dann aber selbst dergleichen, die er mitgebracht hat.

defelsen, sind *das Product* mikroskopischer, dem bloßen Auge meist ganz unsichtbarer schneckenartiger Corallenthierchen mit Kalkschalen und anderer mit Kiesel-  
schalen von  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{256}$  Linie Größe.

2) Die südeuropäischen und nordeuropäischen Kreidegebirge enthalten unter ihren Bestandtheilen viele ganz gleichartige Kalkthierchen, deren am meisten durchgreifende, allen gemeinsame Formen *Textularia globulosa*, *Text. aciculata* und *Rotalia globulosa* sind. — *Rotalia ornata*, *Globigerina bulloides* d'Orbigny, *Planulina turgida* und *sicula*, *Rosalina globularis*, *Textularia aspera*, *brevi*, *dilatata* und *italica*, sammt *Escharella scutellaris* (*Eschara scutellaris Soldani*) sind die übrigen charakteristischen Formen der Kreide, wozu noch einige von d'Orbigny, Nilsson und Pusch aufgeführte Arten und die *Spirulina* des Lord Northampton kommen.

3) Die gewöhnlich für Tertiärgebilde gehaltenen kreideartigen Umgebungen des Mittelmeeres, in Sicilien, der Berberei und Griechenland gehören, den Organismen nach, also doch wohl der Kreide oder Secundärbildung wirklich an, dazu gehört auch der Nummuliten-Kalk von Aegypten.

4) Die südeuropäischen Kreidelager um das Becken des Mittelmeeres unterscheiden sich von den nord- und osteuropäischen durch besser erhaltene Kreidethierchen und weniger zahlreiche elliptische Blättchen, umgekehrt die ost- und nordeuropäischen von jenen.

5) Die südeuropäischen Kreidelager enthalten wenig oder gar keine Feuersteine, die nordeuropäischen deren viele in sehr regelmäßigen horizontalen, oft nur 1 bis 6 Fuß von einander entfernten Schichten. Dieser Charakter war schon aufgefaßt; neu aber und erläuternd scheint die Beobachtung zu seyn, daß sich in den nord-europäischen Kreidelagern, auch des Verf. directen Untersuchungen nach, bisher keine jener Infusorien-Mergel

gefunden, welche in mit der Kreide abwechselnden Schichten überaus zahlreich und mächtig in Sicilien, Oran und Griechenland erscheinen. Eine Vergleichung der südlichen Infusorien-Mergel und der nördlichen Feuersteinschichten liegt sehr nahe und ist sehr ansprechend. So scheint denn in diesem Wechselverhältniss wohl die Feuersteinbildung zu ihrer völligen Erklärung zu gelangen. Es könnte aus der Umbildung der Infusorien-Mergelschichten in Feuersteinlager und aus der grösseren Zersetzung der Kalkthiere in unorganische Blättchen ein grösseres Alter der nördlichen Kreidelager erhellen, doch könnten auch Localverhältnisse zu gleichen Epochen anders wirken, wie dies aus anderen Gründen (den gleichen Kreidethierchen und anderen) wahrscheinlicher ist.

6) Der vom Verf. bisher bemerkte Mangel an zahlreichen verschiedenen Formen von Kiesel-Infusorien in der Kreide zur Bildung der Feuersteine ist verschwunden und an seine Stelle ein grosser Reichthum getreten.

Im Ganzen hat der Verf. 71 verschiedene mikroskopische kalkschalige und kieselschalige Thierarten in der Kreide beobachtet, überdies aber noch zahlreiche grössere (über  $\frac{1}{4}$  Linien grosse) Kalkthiere und auch viele nur eingeschlossene Pflanzen, Tethyen, Spongien, Confervoiden und Fucoiden. Als die Hauptmasse der Kreide aller Orten bildend erschienen ihm die zahlreichen Formen der Gattungen *Rotalia* und *Textularia* der Polythalamien; er zählt aber im Ganzen 7 Gattungen mit 22 Arten von polythalamischen mikroskopischen Kalkthieren, und überdies noch mikroskopische und grössere Nummuliten, Cypriden u. s. w. Ferner beobachtete er bisher 40 Arten von Kiesel-Infusorien, die 14 Generibus angehören (ungerechnet die wahrscheinlich weichen, in Feuerstein nur eingeschlossenen, schon früher erwähnten 8 Formen), auch zählt er 5 Arten kieselerdehaltiger Pflanzen. In den Feuersteinen des Juralkalkes von Krakau fand er wohl erhaltene eigenthümli-

che Polythalamien und Reste von Spongien oder Tethyen, und neuerlich auch Polythalamien der Kreide in dem bei Cambridge in England unter der Kreide liegenden Gault (Thon)-Feuersteinca.

Eine diese Verhältnisse übersichtlich machende Tabelle über die in 14 Localitäten von ihm beobachteten Thiere der Kreide und Kreidemergel, so wie die Proben der Gesteine sammt einer Sammlung wohl erhaltener mikroskopischer Präparate, die verschiedenen Arten der Thierchen fast in vollständiger Reihe enthaltend, wurden der Academie vorgelegt.

Hieran schloß Hr. E. *eine vorläufige Uebersicht seiner Untersuchung der Schnecken-Corallen oder Polythalamien als Thiere*, hinsichtlich deren Resultate, als rein zoologischer Natur, wir aber auf die Berichte der K. Academie verweisen müssen.

## XXII. Nickel- und Kobalt-Amalgam.

**Z**ur Darstellung dieser Amalgame läßt Hr. Damour eine saure und mit Ammoniakflüssigkeit übersättigte Lösung von Nickel- oder Kobaltchlorid in luftleerem Wasser über Stücke von Zinkamalgam (direct bereitet aus 6 Th. Quecksilber und 1 Th. Zink) stehen, so lange noch Gasblasen entweichen, gießt nach einigen Tagen die Flüssigkeit ab, und ersetzt sie durch neue Portionen jener Lösungen, bis alle Gasentwicklung vollständig aufgehört hat. Endlich pülvert er das Amalgam und entzieht ihm durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure (das jedoch nicht zu lange fortgesetzt werden darf) alles Zink. Beide Amalgame zersetzen sich an der Luft. Das des Nickels ist magnetisch. — Chrom-, Uran-, Mangan- und Eisenlösung werden auch vom Zinkamalgam zersetzt, ohne aber Amalgame zu liefern. (*Ann. de Min. Ser. III T. XV p. 47.*)



### XXIII. Ueber das Carbylsulphat und die Aethionsäure; von Gustav Magnus.

Schon vor einiger Zeit habe ich zwei Säuren beschrieben, die durch die Einwirkung von wasserfreier Schwefelsäure auf absoluten Alkohol oder Aether entstehen; nämlich die Aethionsäure und die Isäthionsäure. Von diesen ist die letztere von Mehreren dargestellt und bestätigt worden. Diefs war aber nicht der Fall mit der Aethionsäure, deren Existenz sogar von Hrn. Liebig <sup>1)</sup> bestritten worden ist. Ich habe deshalb diese Säure einer neuen Untersuchung unterworfen, die mich auf einige neue Thatsachen geführt hat, welche ich hier mittheilen werde.

#### Carbylsulphat.

Wenn wasserfreie Schwefelsäure von absolutem Alkohol absorbiert wird, so bilden sich unter geeigneten Umständen in dem Alkohol weisse seidenartige, zuweilen ganz vollständig ausgebildete Krystalle, die ein schwefelsaurer Kohlenwasserstoff sind. Um dieselben zu erhalten, wurde feste wasserfreie Schwefelsäure durch Erhitzen von Nordhäuser Vitriolöl dargestellt und in einem durch Eis kalt erhaltenen Glasgefäße aufgefangen. Diefs Gefäß wurde alsdann durch einen Glasstöpsel verschlossen und in dasselbe eine kleine Glasröhre mit absolutem Alkohol gestellt, die etwa 0,5 Zoll weit und fast so lang als das Glasgefäß hoch war. Sehr selten wurden alsdann sogleich Krystalle erhalten, sondern die Röhre mußte in ein zweites, mit neuer wasserfreier Schwefelsäure gefülltes, und zuweilen noch in ein drittes Gefäß der Art gestellt werden. Denn die Schwe-

1) Liebig's Annalen der Pharmacie, Bd. XIII S. 35.

felsäure in den Glasgefäßen absorbirt gleichfalls Alkohol und dadurch hört die Absorption der Säure durch den in der Röhre enthaltenen Alkohol auf. Diese Bildung der Krystalle geht ohne Entwicklung von schweflichter Säure vor sich.

Gleichzeitig finden sich alsdann auch in den mit den Glasstöpseln verschlossenen Gefäßen dieselben Krystalle, indem, wie schon bemerkt, die Schwefelsäure sowohl den Alkohol aus der Röhre absorbirt, als dieser die Schwefelsäure. Allein diese Krystalle sind stets gemischt mit wasserfreier Schwefelsäure, von der sie weder zu trennen noch zu unterscheiden sind. Da ich früher niemals die Bildung dieser Krystalle im Alkohol beobachtet hatte, sondern nur die mit wasserfreier Schwefelsäure gemischten Krystalle kannte, so hielt ich dieselben für diese letztere Säure <sup>1</sup>).

Die Krystalle, welche sich in den mit Alkohol gefüllten Röhren bilden, sind zwar gleichfalls von rauchender Schwefelsäure umgeben; allein es ist mir gelungen dieselben zu isoliren. Gießt man die Flüssigkeit, welche sich zwischen den Krystallen in den Röhren befindet, von diesen ab, so rauchen die Krystalle sehr stark an der Luft durch die noch an ihnen haftende rauchende Schwefelsäure. Sie ziehen alsdann sehr begierig Feuchtigkeit an und zerfließen. Ich brachte sie deshalb schnell auf eine etwas erwärmte Platte von gebranntem Thon, und mit dieser unter die Glocke der Luftpumpe, unter der sich zugleich englisches Vitriolöl befand. Diefs hinderte den Zutritt von Feuchtigkeit und absorbirte zugleich die wasserfreie Schwefelsäure. Die wasserhaltende Schwefelsäure aber, und die etwa gebildete Schwefelwein-, Aethion- oder Isäthion-Säure, die sich auf den Krystallen befanden, zogen sich in die Thonplatten. Die Krystalle blieben so lange unter der Glocke der Luftpumpe, bis sie durchaus nicht mehr rauchten, wozu oft

1) Diese Annalen, Bd. XXVII S. 379.

mehrere Tage und ein wiederholtes Ausbreiten derselben auf erneuten Platten nöthig waren. Bisweilen aber zerflossen sie, trotz aller angewandten Vorsicht, durch die Feuchtigkeit, welche die Thonplatten absorbirt hatten. Sobald sie vollständig trocken waren, rauchten sie nicht mehr, und zogen das Wasser aus der Luft viel langsamer an. Sie wurden alsdann in eine Glasröhre eingeschmolzen.

Als Aether statt des absoluten Alkohols zur Absorption der wasserfreien Schwefelsäure angewendet wurde, konnte ich keine Krystalle erhalten, doch wäre es dennoch möglich, daß dieselben sich unter geeigneteren, mir freilich unbekannten, Umständen bilden. Uebrigens fand ich bei diesen Versuchen vollkommen bestätigt, was ich in meiner ersten Bekanntmachung der Aethionsäure schon anführte, daß bei der Absorption von wasserfreier Schwefelsäure und Aether sich stets schweres Weinöl bildet, während dieß bei der Absorption von absolutem Alkohol niemals entsteht. Es möchte dieß vielleicht einer der vorzüglichsten Beweise dafür seyn, daß es unrichtig ist, den Alkohol als ein Hydrat des Aethers zu betrachten, da, wenn er ein solches wäre, die Schwefelsäure ihm zunächst das Hydratwasser entziehen und sodann ganz so auf ihn einwirken würde, wie sie auf Aether einwirkt, was offenbar nicht der Fall ist.

Um die erwähnten Krystalle zu analysiren, darf man sie nicht in einem Tiegel abwägen, weil sie während des Wägens zu viel Feuchtigkeit anziehen; sie wurden deshalb mit der Glasröhre, in der sie eingeschmolzen waren, gewogen, dann die Glasröhre abgeschnitten, die Krystalle ausgeschüttet und die Röhre rasch wieder gewogen. Bei der Verbrennung mit Kupferoxyd erhielt ich:

Kohlenstoff.	Wasserstoff.
12,38 Proc.	2,569 Proc.
12,91 -	2,796 -
13,46 -	2,957 -
12,78 -	2,449 -
<hr/> Im Mittel 12,88	<hr/> 2,692.

Beim Erhitzen der Krystalle mit einem Gemenge von Salpeter und kohlensaurem Kali lieferten sie 85,907 Proc. Schwefelsäure.

Bei den unvollkommenen Mitteln zur Reinigung der Krystalle und der grossen Neigung derselben, Wasser aus der Luft anzuziehen, läßt sich keine grosse Uebereinstimmung in den Analysen erwarten, doch geben dieselben nahe genug die Zusammensetzung:

$$\text{S} = 84,930$$

$$\text{C} = 12,955$$

$$\text{H} = 2,115.$$

Es sind also diese Krystalle schwefelsaurer Kohlenwasserstoff. Da dieser Körper sich auch bildet, wenn waserfreie Schwefelsäure und ölbildendes Gas zusammenkommen (vergl. S. 523), so ist es zweifelhaft, ob der Kohlenwasserstoff in demselben als  $4\text{C} + 4\text{H}$ , d. i. als Aetherin, zu betrachten sey, oder als  $2\text{C} + 2\text{H}$ , ölbildendes Gas, für das Hr. Berzelius den Namen Eläyl<sup>1)</sup> gebraucht, oder als  $\text{C} + \text{H}$ , und es möchte sich dieß auch wohl schwerlich gegenwärtig entscheiden lassen. Ich wage deshalb diesen Körper weder Aetherinsulphat noch Eläylsulphat zu nennen, und da alle Wörter, die in Zusammensetzungen benutzt werden können, und Kohlenwasserstoff bedeuten, eine von den erwähnten Atomenzahlen ganz bestimmt bezeichnen, so möchte ich vorschlagen den untersuchten Krystallen den Namen *Carbysulphat* zu geben, worin *Carbyl* Kohlenwasserstoff be-

1) Berzelius, Lehrbuch der Chemie, dritte Auflage, VIII, S. 300.

bedeutet, und aus Carbo und Hydrogenium gebildet ist <sup>1)</sup>. Der Name ist in sofern unpassend, als er andeutet, daß dieser Körper ein Salz sey, während er wohl schwerlich als ein solches betrachtet werden kann. Aber dieser Name ist andererseits bezeichnend, da er die Zusammensetzung der Substanz zu erkennen giebt.

Vorsichtig erwärmt, lassen die Krystalle sich schmelzen ohne sich zu zersetzen, beim Erkalten erstarren sie wieder zu einer krystallinischen Masse. Mit Wasser und Alkohol verbinden sie sich unter Erwärmung, und lassen sich durch Abdampfen nicht wieder davon trennen; ähnlich verhalten sie sich gegen Aether. Die wäßrige Auflösung giebt, mit Baryt gesättigt, auflösliche Salze, außerdem aber auch stets etwas schwefelsauren Baryt, selbst wenn man die Krystalle das Wasser ganz langsam absorbiren läßt. Ich glaubte deshalb, daß eine Ausscheidung der Schwefelsäure durch Aufnahme von Wasser stattfände; allein die Quantitäten von Schwefelsäure, die man erhält, sind so verschieden, daß sie nur von einer zufälligen Zersetzung beim Auflösen der Krystalle in Wasser herrühren können. So erhielt ich in verschiedenen Versuchen:

22,43, 17,60, 15,62, 14,50, 12,99 Schwefelsäure.

Die auflöslichen Barytsalze sind äthionsaurer Baryt, verunreinigt mit etwas isäthionsaurem Baryt, und es scheint, daß die Schwefelsäure nur von der Zersetzung der Aethionsäure in Isäthionsäure herrührt.

- 1) *Carbyd* würde die Zusammensetzung noch mehr bezeichnen als *Carbyl*, indess klingt das Letztere in seinen Zusammensetzungen besser, und ferner scheint es wünschenswerth, wie Hr. Berzelius in seiner Abhandlung »über einige Fragen des Tages in der organischen Chemie« in diesem Bande, S. 302, bemerkt, daß die Endung *yl* gebraucht werde für organische Körper, die aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen.

## Aethionsäure.

Diese wurde aus dem Barytsalze dargestellt.

*Aethionsaurer Baryt* wurde theils aus den oben beschriebenen Krystallen (dem Carbylsulphat), theils aus dem ganzen Inhalte des Glases erhalten, in welchem die Absorption der wasserfreien Schwefelsäure und des absoluten Alkohols stattgefunden hatte. Dieser Inhalt wurde nämlich erst mit absolutem Alkohol und sodann mit Wasser gemischt, und mit kohlensaurem Baryt gesättigt. Die auflöslichen Barytsalze wurden hierauf bei einer Temperatur, die niemals 100° C. erreichte, abgedampft, bis sich das Salz auszuschcheiden anfang und alsdann durch absoluten Alkohol gefällt, welcher so lange zugesetzt wurde, bis die Flüssigkeit ein spec. Gew. von 0,9 hatte. Man darf sie nicht mit mehr Alkohol versetzen, weil sonst zu viel isäthionsaurer Baryt mit niederfällt, und man thut gut, zu dieser Fällung absoluten Alkohol anzuwenden, weil man sonst zu viel Flüssigkeit erhält, in der immer noch etwas äthionsaurer Baryt aufgelöst bleibt. Der erhaltene sehr lockere Niederschlag wird mit Alkohol von 65 Proc. ausgewaschen.

In so weit ist das Verfahren ganz so, wie ich es in meiner ersten Bekanntmachung beschrieben habe; allein wiewohl der so erhaltene äthionsaure Baryt schon alle seine charakteristischen Eigenschaften zeigt, und durchaus verschieden ist vom isäthionsauren und schwefelweinsauren Baryt, so ist er doch nicht rein, sondern muß von Neuem aufgelöst und auf dieselbe Weise mit Alkohol gefällt werden; und diese Operation muß mehrere Male wiederholt werden, um ihn von den erwähnten Salzen vollständig zu befreien.

Aber wenn diese auch gänzlich fortgeschafft sind, so ist es doch sehr schwierig dieß Salz rein genug zu erhalten, um es analysiren zu können. Dasselbe wird nämlich, gerade wenn es von anderen Salzen frei ist, von dem Alkohol in einem so porösen Zustande gefällt, daß

es stets beim Trocknen Alkohol in den Poren absorbirt zurückhält; ob dieser, während das Salz getrocknet wird, sich verändert und eine weniger flüchtige Säure bildet, oder ob er unverändert so fest zurückgehalten wird, wage ich nicht zu entscheiden; allein selbst durch Schwefelsäure im luftleeren Raume ist man nicht im Stande ihn ganz zu entfernen. Besser gelingt dies durch wiederholtes Auflösen des Salzes in Wasser und Abdampfen bei niedriger Temperatur, indess zersetzt es sich hierbei sehr leicht. Daher finden sich bei den verschiedenen Analysen, die ich von diesem Salze gemacht habe, stets noch kleine Abweichungen, besonders in der Menge des Kohlenstoffs und Wasserstoffs, deren ersterer stets etwas zu groß ausgefallen ist.

Aus diesen Analysen hat sich folgende Zusammensetzung des äthionsauren Baryts ergeben:

Schwefelsaurer Baryt	= 66,48 = 2 Ba S
Schwefelsäure	= 22,85 = 2 S
Kohlenstoff	= 6,97 = 4 C
Wasserstoff	= 1,42 = 5 H
Sauerstoff	= 2,28 = O
	<hr/> 100,00.

Das trockne Salz verliert im luftleeren Raume nichts von seinem Gewichte und wird auch nicht zersetzt. In einer Temperatur aber von 100° C. zersetzt es sich auch ohne Anwendung des luftleeren Raumes. Einer höheren Temperatur ausgesetzt, entwickelt dasselbe Schwefelsäure und eine eigenthümlich riechende empyreumatische Substanz, und wird schwarz von ausgeschiedener Kohle, durch die in der Glühhitze ein Theil des zurückbleibenden schwefelsauren Baryts zu Schwefelbarium reducirt wird. Bei dem Erhitzen in einer Glasröhre schlägt sich in dem oberen kälteren Theil derselben auch etwas sublimirter Schwefel nieder. Ganz ähnlich sind die Zersetzungserscheinungen, wenn man das Salz zuvor mit

Schwefelsäure befeuchtet; erst nachdem die überschüssig zugesetzte Schwefelsäure vollständig verdampft ist, reducirt die zurückgebliebene Kohle den schwefelsauren Baryt, so daß man diesen nach dem Glühen noch einmal mit Schwefelsäure befeuchten muß, um das entstandene Schwefelbarium gleichfalls in schwefelsauren Baryt zu verwandeln.

Der äthionsaure Baryt ist in etwa 10 Theilen Wassers von 20° C. auflöslich. Zur ersten Lösung desselben bedarf es indess einer etwas größeren Menge Wassers, was von dem mechanischen Zustande, den das Salz beim Fällen annimmt, abzuhängen scheint. Dampft man dasselbe aber vorsichtig ein, so bleibt es in der oben erwähnten Quantität von Wasser bei der erwähnten Temperatur aufgelöst. Die verdünnte Auflösung dieses Salzes kann bis zum Kochen erhitzt werden, ohne sich zu zersetzen, wenn dieselbe aber concentrirt ist, so zersetzt sie sich nicht nur beim Kochen, sondern schon beim bloßen Abdampfen, wahrscheinlich indem ein Theil an dem Rande des Gefäßes stärker erhitzt wird.

*Äthionsaures Kali*; aus dem gereinigten Barytsalze durch schwefelsaures Kali dargestellt; krystallisirt sehr leicht. Unter der Luftpumpe über Schwefelsäure verliert es nichts an Gewicht. Eben so wenig giebt es Wasser beim Erwärmen, bevor es sich zersetzt. Es enthält also kein Krystallwasser. Einer höheren Temperatur ausgesetzt, bläht sich das Salz sehr stark auf und wird schwarz. Beim Erhitzen in einer Glasröhre sublimirt Schwefel.

Wegen des starken Aufblähens ist es unmöglich, durch bloßes Erhitzen das schwefelsaure Kali in diesem Salze zu bestimmen. Noch weniger ist dißs möglich, wenn man es vor dem Erhitzen mit Schwefelsäure befeuchtet, weil alsdann ein noch viel stärkeres Aufblähen der Masse stattfindet. Es wurde deshalb das Salz mit wenigen Tropfen Salpetersäure befeuchtet und erhitzt,



bis sich keine Dämpfe von salpetriger Säure mehr zeigten, darauf wurde es von Neuem mit Salpetersäure befeuchtet und erhitzt, und diese Operation so lange wiederholt, bis das Salz vollständig zersetzt war. Alsdann lieferte dasselbe 59,70 Proc. schwefelsaures Kali. Mit Kupferoxyd verbrannt, gab es;

8,4395 Kohlenstoff und 1,4057 Wasserstoff

8,422            -            -    1,9671            -

8,492            -            -    1,7875            -

8,453            -            -    1,744            -

Hieraus geht hervor, dafs dasselbe besteht aus:

$2\ddot{K}\ddot{S}=59,742$  Proc.

$2\ddot{S} = 27,442$     -

$4C = 8,370$     -

$5H = 1,708$     -

$O = 2,738$     -

---

100,000.

Zwar ist der Kohlenstoff bei allen Analysen um 0,1 Proc. höher ausgefallen, als er der Rechnung nach seyn sollte; allein es ist diefs doch die einzige Zusammensetzung, welche sich aus den gefundenen Resultaten herleiten läfst. Später habe ich mich überzeugt, dafs sich zuweilen bei der Verbrennung dieser Salze mit Kupferoxyd eine sehr geringe Menge schweflichter Säure entwickelt; diese kann möglicherweise die Veranlassung zu diesen Abweichungen seyn.

Da das Salz, wie oben bemerkt, kein Krystallwasser enthält, so ergiebt sich aus demselben die Zusammensetzung der Aethionsäure  $4\ddot{S}+4C+5H+O$ . Es bildet sich dieselbe folglich aus dem Carbylsulphat, indem  $4(\ddot{S}+C+H)$  noch  $\ddot{H}$  aufnehmen.

*Aethionsaures Natron* aus dem gereinigten äthionsauren Baryt durch schwefelsaures Natron dargestellt, krystallisirt gleichfalls in sehr schönen Krystallen. Un-

ter der Luftpumpe über Schwefelsäure verlieren dieselben nichts an Gewicht. Eben so kann man sie bis zu 150° C. erhitzen, ohne dafs ihr Gewicht sich vermindert. Bei dieser Hitze aber fangen sie an zu schmelzen, und zersetzen sich. Es enthält also auch dieses Salz kein Krystallwasser. Für sich erhitzt, verhält es sich wie das Kalisalz, es bläht sich auf und wird schwarz, und bei dem Erhitzen in einer Glasröhre sublimirt Schwefel.

Mit Salpetersäure auf dieselbe Weise wie das Kalisalz behandelt, lieferte es 52,23 und 51,91, im Mittel 52,07 schwefelsaures Natron. Mit Kupferoxyd verbrannt, gab es:

9,189 Kohlenstoff und 2,170 Wasserstoff

9,146                    -                    -                    2,271                    -

Hieraus geht hervor, dafs dasselbe besteht aus:

$$2\ddot{\text{Na}}\ddot{\text{S}} = 52,989$$

$$2\ddot{\text{S}} = 29,767$$

$$4\text{C} = 9,080$$

$$6\text{H} = 2,224$$

$$2\text{O} = 5,940.$$

Aus der Zusammensetzung dieses Salzes würde folgen, dafs die Aethionsäure aus dem Carbylsulphat durch Aufnahme von 2H entstände, und dafs die Formel für dieselbe  $4\ddot{\text{S}} + 4\text{C} + 6\text{H} + 2\text{O}$  sey. Offenbar aber ist die aus dem Kalisalze hergeleitete, nämlich  $4\ddot{\text{S}} + 4\text{C} + 5\text{H} + \text{O}$  die richtige, es sey denn, dafs sich bei einer fortgesetzten Untersuchung der Salze noch eins fände, das noch weniger Sauerstoff enthielte, als das Kali und das Barytsalz.

Bei dieser Gelegenheit kann ich die Bemerkung nicht unterdrücken, dafs man bei organischen Verbindungen nicht alles Wasser als wesentlich zur Zusammensetzung derselben betrachten dürfe, das sich nicht durch unsere gewöhnlichen Mittel trennen läfst, ohne dafs die Substanz sich zersetzt.

*Aethionsaures Ammoniak.* Krystallisirt sehr leicht und vollständig.

*Aethionsaurer Kalk* und *äthionsaures Bleioxyd* krystallisiren nicht und verhalten sich ähnlich wie äthionsaurer Baryt.

*Aethionsaures Kupferoxyd* krystallisirt schwierig.

Die *Aethionsäure* in ihrem isolirten Zustande läßt sich nicht abdampfen, selbst nicht im luftleeren Raume über Schwefelsäure, ohne sich zu zersetzen. Erhitzt bis zu 100° C. zersetzt sie sich, selbst wenn sie höchst verdünnt ist, in *Isäthionsäure* und *Schwefelsäure*. Aus

$4\ddot{S} + 4C + 5H + O = \text{Aethionsäure wird:}$

$2\ddot{S} + 4C + 5H + O = \text{Isäthionsäure und } 2\ddot{S} + Aq.$

Diese leichte Zersetzbarkeit der Aethionsäure, deren ich auch schon in meiner ersten Bekanntmachung erwähnte, macht es nöthig, jede Temperaturerhöhung dieser Säure bei ihrer Darstellung zu vermeiden, und die Nichtbeachtung dieses Umstandes ist offenbar der Grund, warum Hr. Liebig dieselbe nicht erhalten hat.

Die Formeln für das Carbylsulphat, die Aethion- und Isäthionsäure sind hier so hingestellt, als ob dieselben aus Schwefelsäure und Carbyl beständen, weil sich auf diese Weise die Entstehung dieser verschiedenen Substanzen aus einander am leichtesten übersehen läßt. Ich bin aber deshalb keinesweges der Ansicht, daß diese Körper in der That Verbindungen von *Schwefelsäure* mit organischen Substanzen sind, wiewohl ich mich andererseits mit der Ansicht, daß dieselben aus *Unterschwefelsäure* und einem oxydirten organischen Körper bestehen, um so weniger befreunden kann, als dadurch die Uebergänge dieser verschiedenen Substanzen in einander ungleich complicirter zu erklären werden.

Indefs habe ich das äthionsaure Kali mit einem Ueberschuß von kaustischem Kali gemengt und erhitzt, und gefunden, daß dasselbe eben so, wie es Hr. Liebig

beim isäthionsauren Kali beobachtet hat, in Wasser aufgelöst und mit Chlorwasserstoffsäure versetzt, schweflichte Säure entwickelt. Aus diesem Verhalten folgert Hr. Liebig für die Isäthionsäure, dafs sie eine Verbindung von Unterschwefelsäure, verbunden mit einer höheren Oxydationsstufe des Aethyloxyds  $4C+5H+2O$  sey. Ich habe, um hierüber etwas mehr Gewifsheit zu erhalten, die Quantität des bei diesem Versuche sich bildenden schwefelsauren Kalis sowohl beim äthionsauren als auch beim isäthionsauren Kali zu bestimmen gesucht. Es hängt dieselbe ganz von der Temperatur ab, die man bei dem Erhitzen anwendet. Wird diese nur so hoch, dafs die Masse, nachdem sie aufgehört hat sich aufzublähen, nur zusammensintert, so ist die Quantität der Schwefelsäure, welche sie enthält, etwa so grofs als die, welche nöthig ist, um das im äthionsauren Kali enthaltene Kali zu sättigen. Erhitzt man die Masse hingegen stärker, so schwärzt sie sich und schmilzt nachher. Sie enthält alsdann eine Quantität Schwefelsäure, die fast so grofs ist als die, welche man erhält, wenn aller in dem Salze enthaltene Schwefel zu Schwefelsäure oxydirt wird. So erhielt ich durch Erhitzen des isäthionsauren Kalis mit kaustischem Kali bis zum Zusammensintern 27,972 Proc. Schwefelsäure; als aber andere Quantitäten bis zum Schmelzen in einem Silbertiegel erhitzt wurden, lieferten sie 45,76 und 46,743 Proc. Wäre aller Schwefel zu Schwefelsäure oxydirt, so würde man haben 48,70 Proc. Schwefelsäure erhalten müssen. Aethionsaures Kali mit kaustischem Kali bis zum Zusammensintern erhitzt, lieferte 32,347 Proc. Schwefelsäure. Andere Quantitäten dieses Salzes bis zum Schmelzen erhitzt, lieferten 53,79 und 52,90 Proc. Wäre aller Schwefel im äthionsauren Kali zu Schwefelsäure oxydirt, so hätte man 54,884 Proc. Schwefelsäure erhalten müssen.

Die gröfsere Menge von Schwefelsäure, die man

durch das stärkere Erhitzen erhält, scheint im ersten Augenblick dadurch zu entstehen, daß das gebildete schwefligsaure Kali durch Glühen in schwefelsaures Kali und Schwefelkalium zerfällt. Allein wäre dies der Fall, so könnte die Menge der Schwefelsäure niemals so hoch ausfallen, als sie bei den eben erwähnten Versuchen ausgefallen ist, denn man könnte alsdann aus dem isäthionsauren Kali nur 40,58 Proc. Schwefelsäure erhalten, während die eben erwähnten Versuche 46,7 Proc. gaben; und aus dem äthionsauren Kali könnte man nur 45,73 Proc. Schwefelsäure erhalten, während die eben erwähnten Versuche 52,9 Proc. gaben.

Es geht hieraus hervor, daß die Schwefelsäure, welche aus der schweflichten Säure beim stärkeren Erhitzen der Masse entsteht, nicht durch Zersetzung des schwefligsauren Kalis in schwefelsaures Kali und Schwefelkalium allein erzeugt seyn kann, wiewohl auch diese Zersetzung stattfindet, denn man erhält jedesmal etwas Schwefelkalium. Es muß folglich ein Theil der Schwefelsäure durch Oxydation der schwefligen Säure auf Kosten der organischen Substanz gebildet werden. Und deshalb scheinen mir diese Versuche zu zeigen, daß bei einer gewissen Temperatur und bei der Gegenwart von Kali, diese Säuren in schwefligsaures Kali und eine oxydirte organische Substanz zerfallen, während sie bei höherer Temperatur in schwefelsaures Kali und eine desoxydirte organische Substanz sich zerlegen.

Allein wenn solche Verschiedenheiten in der Zersetzung bei verschiedenen Temperaturen eintreten, so glaube ich nicht, daß man aus denselben einen Schluss auf die Zusammensetzung dieser Säuren bei gewöhnlicher Temperatur ziehen, und sie aus Unterschwefelsäure und einer oxydirten organischen Substanz bestehend betrachten dürfe. So viel geht nur aus diesen Versuchen hervor, daß die Äthionsäure wie die Isäthionsäure zu der

zweiten, in dieser Beziehung von Hrn. Berzelius aufgestellten Klasse von Säuren gehören <sup>1)</sup>, d. h. dafs sie nicht betrachtet werden können als saure Salze der in ihnen enthaltenen organischen Substanz.

Hr. Regnault <sup>2)</sup> hat vor einiger Zeit einen weissen krystallinischen Körper beschrieben, der entsteht, wenn wasserfreie Schwefelsäure und trocknes ölbildendes Gas zusammentreten. Als er denselben in Wasser löste und mit Baryt sättigte, bildete sich isäthionsaurer Baryt. Hr. Regnault fand dabei, dafs die vermeintliche Isäthionsäure sich auferordentlich leicht zersetze und sich dadurch von der von mir früher beschriebenen Isäthionsäure unterscheide, die durch anhaltendes Kochen nicht zersetzt wird. Er ist der Ansicht, dafs diese Säuren sich ähnlich zu einander verhalten wie das wasserfreie und gewöhnliche schwefelsaure Ammoniak. Hr. Woskresenski <sup>3)</sup> hat in dem Laboratorio des Hrn. Liebig eine besondere Untersuchung über dieses abweichende Verhalten der Isäthionsäure angestellt; allein nur die von Herrn Regnault erhaltenen Resultate bestätigt. Der Grund dieser Erscheinung aber ist, wie ich mich vielfach überzeugt habe, dafs beim vorsichtigen Auflösen dieses krystallinischen Körpers nicht *Isäthionsäure*, sondern *Aethionsäure* entsteht, die, wenn sie mit kohlensaurem Baryt gesättigt und mit den oben beim äthionsauren Baryt angegebenen Vorsichtsmafsregeln abgedampft wird, fast reinen äthionsauren Baryt liefert. Ohne Zweifel hat Hr. Regnault die Säure erhitzt, und sie dadurch in Isäthionsäure und Schwefelsäure zerlegt, was möglicherweise beim Mischen der Krystalle mit Wasser schon

1) Diese Annalen, Bd. XLIV S. 372.

2) *Annales de chim. et de phys.* T. LXV p. 98.

3) Liebig's Annalen der Pharmacie, Bd. XXV S. 113.

eintreten kann, da, wenn grofse Massen derselben in's Wasser geschüttet werden, eine ziemlich bedeutende Temperaturerhöhung eintritt, und es sogar unmöglich ist diese Zersetzung ganz zu vermeiden, wie die oben, S. 513, erwähnten Versuche zeigen. Bei Hrn. Woskresenski's Untersuchung konnte unmöglich Aethionsäure erhalten werden, da derselbe, wie er selbst angiebt, die Säure 2 bis 3 Stunden lang kochte.

Die Bildung der Aethionsäure aus diesem krystallinischen Körper lehrt nun auch, dafs derselbe nicht, wie Hr. Regnault glaubt,  $2\text{S}+4\text{C}+4\text{H}$ , sondern  $4\text{S}+4\text{C}+4\text{H}$  oder Carbylsulphat ist, mit dem er auch in allen äufseren Charakteren übereinstimmt. Ich habe versucht denselben, ähnlich wie es oben bei dem aus Alkohol erhaltenen Carbylsulphat beschrieben worden, auf Thonplatten im leeren Raume zu reinigen. Es gelingt diefs schwierig, weil derselbe nicht aus einzelnen Krystallen, sondern aus einer dichten krystallinischen Masse besteht. Indefs habe ich eine Quantität desselben mit Kupferoxyd verbrannt, und dabei 12,232 Proc. Kohlenstoff und 2,749 Wasserstoff erhalten, wodurch die Identität dieser beiden Körper vollkommen bestätigt wird.

Gleichzeitig mit der Bekanntmachung der Krystalle, welche aus wasserfreier Schwefelsäure und ölbildendem Gase entstehen, hat Hr. Regnault eine Säure beschrieben, der er den Namen Althionsäure gegeben hat, und die isomerisch mit Isäthionsäure seyn soll. Dieselbe wird erhalten bei der Einwirkung von wasserhaltender Schwefelsäure auf Alkohol bei höherer Temperatur, und findet sich in den Rückständen von der Bereitung des ölbildenden Gases. Ich hatte die auflösliche Säure, welche in diesen Rückständen sich vorfindet, schon mehrmals vor der Bekanntmachung des Hrn. Regnault dargestellt, bald aber Aethionsäure, bald Isäthionsäure erhalten. Seitdem habe ich mich vielfach bemüht die Althionsäure des Hrn. Regnault aus diesen Rückständen

zu gewinnen; allein es hat mir dieß nicht gelingen wollen, sondern die auflöslichen Barytsalze, die ich bei dieser Gelegenheit erhielt, ließen sich stets durch Alkohol in äthionsauren und isäthionsauren, und bisweilen auch schwefelweinsauren Baryt trennen. Es schien mir, daß diese Rückstände vorzugsweise reich an Aethionsäure waren, wenn bei der Darstellung des ölbildenden Gases eine höhere Temperatur angewendet worden, und mehr Isäthionsäure enthielten, wenn die Temperatur niedriger gewesen war. Es folgt indessen daraus, daß mir die Darstellung der Althionsäure nicht hat gelingen wollen, noch keinesweges, daß dieselbe nicht existire; denn es wäre wohl möglich, daß Hr. Regnault bei der Darstellung des ölbildenden Gases eine andere Temperatur und andere Verhältnisse angewendet hat als ich, durch welche die Bildung dieser Säure bedingt wird <sup>1)</sup>; wiewohl ich mich vergebens bemüht habe, durch Abänderung der Temperaturen und der Verhältnisse von Alkohol und Schwefelsäure dasselbe Resultat als Hr. Regnault zu erhalten.

- 1) Da bei der Bereitung des ölbildenden Gases, so wie sie gewöhnlich angegeben wird, durch Erhitzen eines Gemisches von 4 Theilen Schwefelsäure und 1 Theil absoluten Alkohol immer ein starkes Aufblähen stattfindet, was diese Operation sehr unangenehm macht, so pflege ich, wenn es sich nicht darum handelt besondere Temperaturen oder Mischungen anzuwenden, die Darstellung auf die Weise vorzunehmen, daß ich in einem geräumigen Kolben mit weitem Halse die Schwefelsäure mit einer sehr kleinen Menge Alkohol, etwa nur ein Sechzehntel oder Zwanzigstel vom Gewicht der Schwefelsäure, erhitze, bis die Masse schwarz zu werden beginnt und alsdann durch einen Welter'schen Trichter, der durch den im Halse des Kolbens befindlichen Kork geht, von Zeit zu Zeit ein klein wenig Alkohol nachgieße. Hierbei findet fast gar kein Aufblähen statt, und die Gasentwicklung geht sehr gleichmäßig und ohne alle Unannehmlichkeiten von statten.



XXIV. *Vorläufige Nachricht über eine die Berechnung der Sternschnuppen betreffende Arbeit. Briefliche Mittheilung von Hrn. Prof. Bessel an den Herausgeber.*

Königsberg, d. 26. Juni 1839.

— **W**ahrscheinlich interessirt Sie das Resultat einer eben beendigten Arbeit über Sternschnuppen, der ich mich nicht entziehen zu dürfen glaubte, weil das merkwürdige November-Phänomen ihnen einen Platz im Welt-systeme einräumt, und es sicher an der Zeit ist, genau zu sondern, was die Beobachtungen wirklich ergeben haben, und was man etwa *hineingelegt* hat. Nun finde ich, durch eine genaue und auf *ein richtiges Princip gegründete* Untersuchung der Beobachtungen, welche Brandes in seinem 1825 erschienenen Buche zusammengebracht hat, daß diese das *Aufsteigen* der Sternschnuppen in *keinem einzigen* Falle erweisen. Hierdurch wird die bekannte Erklärung des November-Phänomens von einer großen Schwierigkeit befreit; wenigstens gestehe ich, daß ich sie, trotz des größten Anscheins ihrer Richtigkeit, nicht ohne Mißtrauen habe betrachten können, so lange ich als Resultat unmittelbarer Beobachtungen annehmen mußte, daß ein großer Theil der Sternschnuppen von der Erde *aufwärts* gehe, was doch nicht anders geschehen könnte, als wenn eine von der Erde abwärts gerichtete Wurfkraft auf sie wirkte.

Der Grund, durch welchen Brandes veranlaßt wurde aus den Beobachtungen Resultate zu ziehen, welche von den meinigen gänzlich verschieden sind, ist sehr leicht zu entdecken. Er nahm ohne Weiteres an, daß zwei Beobachter, an zwei verschiedenen Standpunkten, eine Sternschnuppe *gleichzeitig* sowohl *zuerst*, als auch

*zuletzt* wahrnehmen; diese Annahme läßt sich aber, in Beziehung auf den *Anfang*, ohne Zweifel durchaus nicht rechtfertigen, und für das *Ende* beruht sie nur auf der Bemerkung <sup>1)</sup>, daß man die Sternschnuppen *plötzlich*, aus vollem Lichte, verlöschen sehe. Man hätte aber die Zeugnisse, welche die Beobachtungen selbst, für oder wider die Gleichzeitigkeit dieses Verschwindens an zwei Standpunkten, ablegen können, nicht ungehört lassen sollen; wenn man sie gehört hätte, so würde man *wenigstens* bewogen seyn, die Voraussetzung der Gleichzeitigkeit in Zweifel zu ziehen; denn die gegenwärtige Untersuchung zeigt, daß ihr die Beobachtungen keinesweges günstig sind; sie vielmehr entschieden *entweder unerwartet große* Fehler (bis wenigstens 7 oder 8 Grad gehende) haben müssen, *oder* der Voraussetzung widersprechen. Es blieb daher nichts übrig, als die Voraussetzung (welches in Beziehung auf den Anfang gar keinen Grund hat) auf sich beruhen zu lassen, und nur zu suchen, was sich, ohne sie, aus den Beobachtungen würde lernen lassen.

Von welchem verderblichen Einfluß diese Voraussetzung auf die Resultate seyn könne, sieht man am leichtesten in dem Falle, in welchem durch die beiden Standpunkte der Beobachter und durch die Bewegungslinie der Sternschnuppe Eine Ebene gelegt werden kann: sind z. B. die Standpunkte *A* und *B* (Fig. 3 Taf. III) die wahre Bahn der Sternschnuppen *MM'*, die Punkte derselben, wo sie steht, wenn sie in *A* zuerst und zuletzt gesehen wird, *a, a'*, wenn in *B* dagegen *b, b'*; so setzt die Voraussetzung der Gleichzeitigkeit ihren Anfangspunkt und Endpunkt in den Durchschnittspunkt der correspondirenden Gesichtslinien nach *c* und nach *c'*, macht also die Sternschnuppe von *c* nach *c'* gehend, während sie wirklich *MM'* durchlaufen hat.

Ich habe nun, wie gesagt, diese Voraussetzung fah-

1) Deren allgemeine Richtigkeit ich zu bezweifeln Grund habe.

ren lassen, und die zu erwartenden abweichenden Resultate der davon befreiten Untersuchung sind so ausgefallen, daß das *Aufsteigen* dadurch sehr unwahrscheinlich wird. — Ich habe noch eine der *älteren* Sternschnuppen (No. 12 vom J. 1798), welche häufig als ein Beweis des Aufsteigens angeführt worden ist, nach der neuen Theorie bezeichnet, und zwar allerdings gefunden, daß sie dem *Fallen* am gefährlichsten von allen ist, jedoch nicht *so* gefährlich, daß sie nicht durch Aenderungen von *einem* Grade, an jeden der beobachteten vier Oerter angebracht, fallend gemacht werden könnte. — Olbers hat bekanntlich schon den Grund angegeben (Explosion), welcher auch ein Aufsteigen erzeugen kann; daß es sehr selten wirklich vorkommt (bei den Feuerkugeln wohl häufiger), geht mir aus den neuen Untersuchungen hervor.

Uebrigens bin ich *nicht* der Meinung, daß *neue* Beobachtungen entbehrt werden können; sie müssen aber durch Hülfsmittel und Anordnung besser unterstützt werden als die früheren. Dazu habe ich den Plan entworfen, und werde ihn ausführen, wenn die Hülfsmittel zusammengebracht seyn werden, und es mir gelingt, aufser Hrn. Prof. Feldt in Braunsberg, noch zwei hinreichend eifrige, geübte Beobachter auf 10 bis 12 Tage zur Verfügung zu erhalten.

---

## XXV. *Ueber die Brechkraft der wasserfreien Cyanwasserstoffsäure; von J. T. Cooper.*

---

Die angewandte Säure wurde im November 1831 aus trockenem Schwefelwasserstoffgas und trockenem Cyanquecksilber bereitet, und mittelst einer Kältemischung verdichtet. Fast gleich nach ihrer Bereitung wurde ihr specifisches Gewicht bestimmt, und bei 37° F. = 0,706

gefunden. Drittehalb Stunden darauf wurde ihre Brechkraft bestimmt, indem man eine Portion in ein hohles, vollkommen luftdichtes Prisma, dessen brechender Winkel  $I = 49^\circ 15' 40''$ , brachte, und dann mittelst eines sehr einfachen Instruments den Winkel  $D$  zwischen den einfallenden und ausfallenden Strahlen maafs. Für Fraunhofer's Strahl  $A$  betrug dieser Winkel  $14^\circ 41'$ , für den Strahl  $H = 15^\circ 13' 30''$ . Hieraus hat man für das Brechverhältnifs  $\mu$ , nach Herschel's Formel:

$$\mu = \frac{\sin \frac{1}{2}(D+I)}{\sin \frac{1}{2}I},$$

folgende Resultate:

Temperatur  $37^\circ \text{ F.}$

Strahl  $A$ , äufserstes Roth

$$\mu = 1,2705$$

Strahl  $H$ , äufserstes Violett

$$\mu = 1,2801.$$

Daraus die Dispersion:

$$\frac{\delta\mu}{\mu-1} = \frac{1,2801-1,2705}{\frac{1}{2}(1,2801+1,2705)-1} = \frac{0,0096}{0,2753} = 0,0035.$$

Bei abermaliger Untersuchung i. J. 1839 der seitdem gegen Luft und Licht sorgfältig verwahrten Säure wurde das specifische Gewicht und die Brechkraft derselben vollkommen unverändert gefunden, und selbst nachdem sie darauf, einige Wochen lang, dem gewöhnlichen Tageslicht, nur wohl verschlossen, ausgesetzt worden, zeigte sie keine Veränderung; die allgemeine Meinung von der leichten Zersetzbarkeit dieser Säure ist also, bei Abhaltung der Luft, ungegründet.

Brewster fand das Brechverhältnifs des durch Druck flüssig gemachten Cyans  $= 1,316$ . Da Wasserstoffgas und Cyangas sich, ohne Verdichtung, in gleichen Volumen zu Cyanwasserstoffgas vereinigen, so glaubt Hr. C., dafs man, ohne sonderlichen Irrthum, das Brechverhältnifs des flüssigen Wasserstoffs erhalten werde, wenn man von dem des flüssigen Cyans das des flüssigen Cyanwasserstoffs abziehe; so bekommt man für dasselbe  $1,316 - 1,275 = 0,041$  (*Phil. Mag. Ser. III Vol. XIV p. 186.*)